

Legislativní požadavky pro projekci a provoz silnoproudých napájecích zařízení drážních systémů

Legislative requirements for the design and operation of power
supply equipment for railway systems

Martin Houžva

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Ing. Petr Moldřík, Ph.D.

Ostrava, 2021

Čestné prohlášení

„Potvrzuji tímto, odevzdání své digitální kvalifikační práce. Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

Abstrakt a klíčová slova

Abstrakt

Práce se zabývá legislativními postupy při projektování a provozování napájecích zařízení drážních systémů. V úvodu se seznamuje s legislativními předpisy a technickou normalizací určující konkretizaci napájecích systémů. Seznamuje s topologií napájecích systémů pro dráhy celostátní, regionální a vlečky včetně drah tramvajových a trolejbusových včetně bezpečnostních opatření při práci na nich. Popisuje nezbytné kroky při projektování a rekonstrukci trakčních měníren a transformoven včetně legislativních postupů při ohlašovací a schvalovací proceduře. Uvádí požadavky pro zdravotní a odbornou způsobilost osob při obsluze napájecích systémů včetně pravidelných prohlídek zařízení a kompetence státního odborného dozoru. V závěru popisuje rozdíly mezi zařízeními spadajícími do skupin určených technických zařízení a vyhrazených technických zařízení.

Klíčová slova

UTZ, VTZ, napájecí zařízení, trakční vedení, trakční měnírna, trakční transformovna, stavba dráhy, bludný proud, legislativa, normalizace, projektová dokumentace, revize

Abstract

The thesis focuses on legislative procedures during designing and operating of traction power supply systems of railway applications, especially traction substations. The first chapter focuses on legislative regulations and technical standardization determining the concretization of power supply systems. It describes the topology of power supply systems of national, regional and siding tracks including tram and trolley tracks including the safety regulations for manipulating with them. It describes the basic steps in the desing and reconstruction of traction converter and transformation stations, including legislative procedures for the notification and approval process. The thesis also describes the measures necessary for meeting the medical and proffesional reuquirements to be able to manipulate the ower supply systems including periodic inspections of the equipment and competence of the state supervision institute. In the end, it describes the difference between the described equipment that belongs to the group of railway equipment and reserved electrical equipment.

Key words

railway equipment, reserved electrical equipment, power supply device, overhead lines, traction converter station, traction transformation station track construction, stray current, contact line zone and current collector zone, legislation, technical standardization, project documentation, revision

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Petru Moldříkovi, Ph.D. za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce.

Seznam ilustrací

Obr. 1 Struktura Drážního správního úřadu [23]	19
Obr. 2 Náзорý přehled základních pojmů drah [vI]	20
Obr. 3 Stejnosměrný napájecí systém [20]	28
Obr. 4 Střídavý napájecí systém [20].....	28
Obr. 5 Způsoby zapojení napájecích zařízení na rozvodnou síť [10].....	31
Obr. 6 Obecné schéma topologie trakční měnirny [21]	32
Obr. 7 Schématické znázornění připojení trakční měnirny na rozvodnu AC 22 kV [10]	33
Obr. 8 Schématické znázornění připojení trakční měnirny na rozvodnu AC 110 kV [10]	33
Obr. 9 Schéma usměrňovací skupiny 3 kV [27]	36
Obr. 10 Příklad denního průběhu zatížení trakčního napájecího zařízení [25]	39
Obr. 11 Obecné schéma trakční transformovny [30].....	41
Obr. 12 Způsoby připojení střídavé trakce a) T-připojením b) V-připojením [30]	42
Obr. 13 Připojení rozvodny AC 110 kV trakční transformovny na energetickou síť AC 110 kV	42
Obr. 14 Připojení rozvodny AC 110 kV trakční transformovny na energetickou rozvodnu AC 110 kV.....	43
Obr. 15 Zapojení filtračně kompenzačního zařízení [34]	44
Obr. 16 Schéma obvodu trakčního proudu u stejnosměrné trakční proudové soustavy [18].....	47
Obr. 17 Schéma napájení městských sítí 600 V, nebo 750 V [25]	49
Obr. 18 Tabulka propočtu pro záměr projektu v případě nacenění technologií napájecích zařízení včetně stavebních objektů	61
Obr. 19 Vzorová ukázka přehledového schématu jedné části trakční měnirny.....	62
Obr. 20 Vzorová ukázka dispozice trakční měnirny	63
Obr. 21 Zatížení trakční měnirny při jednostranném napájení [21]	76
Obr. 22 Zatížení trakční měnirny při oboustranném napájení [21]	77
Obr. 23 Poměry subjektů při provozování dráhy a drážní dopravy	78

Seznam tabulek

Tab. 1 Jmenovitá napětí a jejich přípustné hodnoty a doby trvání [17]	29
Tab. 2 Rozsahy kmitočtů v trakční soustavě [17]	30
Tab. 3 Časové intervaly revizí UTZ [3]	82
Tab. 4 Časové intervaly prohlídek a zkoušek UTZ [3].....	83

Seznam symbolů a zkratk

AC – Střídavá soustava

BOZP – Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

ČD – České dráhy

DC – Stejnosměrná soustava

EMC – vlastnost elektrického nebo magnetického stroje (přístroje) odolávat vlivům ostatních zařízení a tím pádem působí jen na sebe.

EMI – podkategorií EMC, spočívá v rušení neočekávaných vlivů jiných zařízení.

TIČR – Technická inspekce ČR

TKP – technické kvalitativní podmínky

SÚIP – Státní úřad inspekce práce

SŽ – Správa železnic, státní organizace

UTZ – určená technická zařízení

VTZ – vyhrazená technická zařízení

Obsah

1	ÚVOD	12
2	DEFINICE NAPÁJECÍCH ZAŘÍZENÍ DRÁŽNÍCH SYSTÉMŮ	13
2.1	Napájecí systémy	13
2.1.1	Definice určených technických zařízení	13
2.1.2	Dělení napájecích systémů	13
2.2	Trakční vedení	14
2.2.1	Způsoby napájení trakčního vedení	14
2.3	Trakční napájecí soustavy	15
3	PŘEDPISY URČUJÍCÍ KONKRETIZACI PRO NAPÁJECÍ ZAŘÍZENÍ DRÁŽNÍCH SYSTÉMŮ	17
3.1	Legislativní předpisy	18
3.1.1	Působení zákona 266/2004 Sb. ve věcech drah	18
3.1.2	Působení vyhlášky 177/1995 Sb. ve věcech drah	20
3.1.3	Působení vyhlášky 279/2000 Sb. ve věcech drah	20
3.1.4	Působení vyhlášky 101/1995 Sb. ve věcech drah	21
3.1.5	Působení vyhlášky 376/2006 Sb. ve věcech drah	22
3.1.6	Působení vyhlášky 146/2008 Sb. Ve věcech drah	23
3.2	Normalizace	24
3.2.1	Působení technické normy ČSN EN 50122-1 ed. 2	24
3.2.2	Působení technické normy ČSN EN 50122-2 ed. 2	24
3.2.3	Působení technické normy ČSN 34 1500 ed. 2	24
3.2.4	Působení technické normy ČSN 33 3505 ed. 2	25
3.2.5	Působení technické normy ČSN 33 1500	25
3.3	Předpisy ČD a SŽ	25
3.3.1	Předpis ČD E3	25
3.3.2	Předpis SŽDC Bp1	26
3.3.3	Předpis SŽDC D17	26
3.4	Směrnice SŽ	26
3.4.1	Směrnice SŽ č. 11/2006	26
3.4.2	Směrnice SŽ č. 16/2005	26
3.4.3	Směrnice SŽ č. 32/2007	27
4	PARAMETRY NAPÁJECÍCH ZAŘÍZENÍ DRÁŽNÍCH SYSTÉMŮ	28
4.1	Hlavní části trakčních napájecích systémů	29
4.2	Napájecí napětí a kmitočet trakčních soustav	29

4.2.1	Napětí	29
4.2.2	Kmitočet	29
4.3	Připojení trakčních napájecích soustav na distribuční energetickou soustavu	30
4.4	Energetické části napájecích zařízení	31
4.4.1	Rozvodny	32
4.4.2	Rychlovypínače	34
4.4.3	Trakční transformátory	34
4.4.4	Usměrňovací skupina.....	35
4.4.5	Ochrany napájecích zařízení	36
4.4.6	Zařízení vlastní spotřeby.....	37
4.4.7	Zpětné vedení	37
4.4.8	Vazba napáječů.....	38
4.4.9	Uložení kabelů	38
4.5	Provoz trakční měřírny při poruše jedné části	38
4.5.1	Součinitel zatížení měřírny	39
4.5.2	Součinitel instalovaného výkonu měřírny	40
4.5.3	Součinitel rezervy měřírny	40
4.6	Trakční transformovny	41
4.6.1	Všeobecné požadavky	41
4.6.2	Způsoby připojování trakčních transformoven.....	42
4.6.3	Ochrany trakční transformovny.....	43
4.6.4	Měření	43
4.6.5	Uzemnění.....	43
4.6.6	Převozná trakční transformovna	44
4.6.7	Filtračně kompenzační zařízení.....	44
4.6.8	Uložení kabelů	44
5	ZÁKLADNÍ OCHRANNÁ OPATŘENÍ NAPÁJECÍCH ZAŘÍZENÍ DRÁŽNÍCH SYSTÉMŮ	45
5.1	Ochranná opatření před úrazem elektrickým proudem	45
5.1.1	Ochranná opatření proti přímému dotyku	45
5.1.2	Ochranná opatření proti nepřímému dotyku	45
5.2	Ochranná opatření proti působení bludných proudů	46
5.3	Ochrany před přepětím	47
6	TRAKČNÍ MĚŘÍRNY PRO TRAMVAJOVÉ A TROLEJBUSOVÉ DRÁHY	49
6.1	Hlavní části měření	50
6.1.1	Trojfázový rozvod vysokého napětí	50
6.1.2	Usměrňovací skupina.....	50
6.1.3	Stejnoseměrný rozvod.....	51
6.1.4	Záložní zařízení	51
6.1.5	Pomocná zařízení.....	51

6.2	Ochrany měření pro tramvajové a trolejbusové dráhy	51
6.2.1	Ochrany před přepětím	51
6.2.2	Ochrany před nadproudou a zkraty	51
6.2.3	Ochrany před nebezpečným dotykovým napětím	52
6.2.4	Ochrana před bleskem	52
6.2.5	Ochrana před zavlčením napětí	52
6.2.6	Ochrana před nadměrným oteplením	52
6.3	Zvláštní případy umístění měření	52
6.4	Energetický výpočet měření a trakčního vedení.....	53
6.4.1	Zásady energetického výpočtu měření.....	53
6.4.2	Rozmístění úseků a měření.....	54
6.4.3	Výpočet instalovaného výkonu měřicího	54
6.4.4	Výpočet zpětných vedení.....	54
6.4.5	Největší dovolený proud v kolejkách.....	55
6.4.6	Minimální zkratový proud	55
6.4.7	Nastavení nadproudové spouště napáječe	56
6.4.8	Kontrola úbytku napětí.....	56
7	LEGISLATIVNÍ POSTUPY PŘI PROJEKTOVÁNÍ A REKONSTRUKCE NAPÁJECÍCH ZAŘÍZENÍ DRÁŽNÍCH SYSTÉMŮ	58
7.1	Stupně projektové dokumentace.....	58
7.1.1	Záměr projektu (ZP).....	59
7.1.2	Dokumentace pro vydání územního rozhodnutí (DÚR).....	61
7.1.3	Dokumentace pro společné povolení (DÚSP).....	63
7.1.4	Dokumentace pro vydání stavebního povolení (DSP)	64
7.1.5	Dokumentace pro provádění stavby (PDPS).....	65
7.1.6	Realizační dokumentace (RDS)	65
7.1.7	Dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS).....	66
7.2	Jednotlivé části projektové dokumentace.....	67
7.2.1	Průvodní zpráva	67
7.2.2	Souhrnná část	67
7.2.3	Situace stavby	69
7.2.4	Technologická část.....	69
7.2.5	Stavební část.....	70
7.2.6	Směrnice organizace výstavby.....	70
7.2.7	Náklady stavby.....	70
7.2.8	Doklady	70
7.2.9	Geodetická dokumentace.....	70
7.3	Stavební provedení a podmínky pro stavbu napájecího zařízení drážních systémů	70
7.3.1	Rozmístění	70
7.3.2	Výběr zařízení	71
7.3.3	Řízení	71
7.3.4	Možnost vypnutí při havarijních stavech.....	71
7.3.5	Teplota okolí	71

7.3.6	Osvětlení.....	72
7.3.7	Hygienická a bezpečnostní ustanovení.....	72
7.3.8	Oplocení.....	72
7.3.9	Příjezdové koleje a komunikace	72
7.3.10	Kovové konstrukce	72
7.3.11	Ostatní zařízení v napájecích systémech podílející se na jejich funkčnosti	73
7.4	Připojení ochran	74
7.4.1	Připojení ochrany ukolejněním.....	74
7.4.2	Umístění a způsoby ochran uzemnění.....	74
7.4.3	Připojení ochran před přepětím	75
7.5	Analýza energetického výpočtu zatížení trakční měnirny	76
7.5.1	Proudové zatížení měření při jednostranném napájení	76
7.5.2	Proudové zatížení měření při oboustranném napájení	77
8	UVÁDĚNÍ NAPÁJECÍCH ZAŘÍZENÍ DRÁŽNÍCH SYSTÉMŮ DO PROVOZU	78
8.1	Ohlašovací procedura	78
8.1.1	Úřední povolení	78
8.2	Schvalovací procedura	79
8.2.1	Průkaz způsobilosti	79
8.3	Stavební řízení	80
8.3.1	Technickobezpečnostní zkouška.....	80
8.3.2	Zkušební provoz.....	80
8.4	Mimořádná událost a její kompenzace	80
8.4.1	Postup při jejím vzniku	80
9	REVIZE A ZKOUŠKY NAPÁJECÍCH ZAŘÍZENÍ DRÁŽNÍCH SYSTÉMŮ.....	82
9.1	Legislativní požadavky	82
9.1.1	Požadavky na revize.....	82
9.1.2	Požadavky na prohlídky a zkoušky.....	83
9.1.3	Závěrečná a přechodná ustanovení.....	83
9.2	Provádění revizí	84
9.2.1	Výchozí revize	84
9.2.2	Pravidelná revize	84
9.3	Odborná způsobilost osob	85
9.3.1	Osoba poučená	85
9.3.2	Osoba znalá	85
9.3.3	Osoba znalá s vyšší kvalifikací	86
9.4	Zacvičení osob a kompetence státního odborného dozoru	86

10	VYHRAZENÁ TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ	88
10.1	Oprávnění a povinnosti organizace	88
10.1.1	Dozor nad bezpečností VTZ	88
10.2	Odborná způsobilost osob	89
10.3	Rozdíl mezi VTZ a UTZ	89
	ZÁVĚR	90
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	91

1 Úvod

Napájecí systémy slouží k zabezpečení a obsluze drážní dopravy na dráhách. Jsou to systémy, které zajišťují dodávku elektrické energie do drážních vozidel a veškerého sdělovacího, zabezpečovacího zařízení na dráze včetně elektrického ohřevu výměn (EOV), vlastní spotřeby atd. Elektrickou energii dodávají vozidlům přes trolejové vedení, které prostřednictvím sběrače (pantografu) vozidlo odebírá proud. Tato soustava vodičů dodávající energii drážním vozidlům, se nazývá trakční vedení, které jsou napájeny z trakčních transformoven, případně měníren, do kterých vstupuje přívodní kabel z rozvodů o napěťových hladinách 6 – 110 kV. Sdělovací a zabezpečovací vedení napájí přívodní kabely do 1 kV.

Na poslední řadě, co se týče EOV, napájecí kabely jsou rovněž napájeny kabely do 1 kV. V praxi jsou často EOV napájeny z trakčního vedení za použití transformační stanice nebo VN měniče (DC soustava). V této práci se budeme zabývat hlavně transformovkami s měnírnami a postupy při jejich realizování a provozování.

Záměrem realizace a chodu napájecích zařízení drážních systémů přináší respektování platné legislativy a předpisů, které stanovují podmínky pro projektování, provoz, údržbu, revize, odbornou způsobilost osob zodpovídající za provoz zařízení a další provozní prvky. Během mnoha let zkušeností s provozem elektrických zařízení se postupně zaváděly právní a technické předpisy určující přesná pravidla pro jejich:

- konkretizaci (projekce, výstavba, či rekonstrukce);
- užívání (obsluha, bezpečnost aj.);
- zkoušení (revize, prohlídky a měření).

Práce bude postupně rozebírat jednotlivé předpisy pro projektování a provozování napájecích zařízení drážních systémů včetně požadavků na pravidelné kontroly správného chodu zařízení kompetentními osobami.

2 Definice napájecích zařízení drážních systémů

2.1 Napájecí systémy

V úvodu je nutno definovat základní informace o napájecích zařízeních drážních systémů. Platnou legislativou pro toto téma je **Vyhláška 279/2000 Sb., stanovující podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace**. Vyhláška stanoví typy UTZ, podmínky pro provoz a potřebnou kvalifikaci osob, které mohou obsluhovat UTZ viz **kapitola 3.1.3 Seznam použité literatury**. [3]

2.1.1 Definice určených technických zařízení

Určená technická zařízení (dále jen “UTZ”) jsou zařízení, která jsou elektrická, tlaková, zdvihací, plynová, dopravní, zajišťující ochranu před negativním působením atmosférické a statické elektřiny a zařízení chránící před nežádoucími vlivy zpětných trakčních proudů. V našem případě nás budou zajímat zařízení elektrická. Mezi ně patří:

- elektrické sítě, rozvody, rozvodná zařízení a elektrické stanice drah;
- trakční vedení, napájecí, spínací stanice a zařízení napájená z trakčního vedení;
- silnoproudá zařízení sloužící pro zabezpečovací, sdělovací, požární, signalizační a výpočetní techniky;
- elektrická zařízení drážních vozidel, drah lanových, zkušebny, náhradní zdroje elektrické energie pro provozování dráhy a zabezpečovací zařízení, jejichž elektrický obvod zajišťuje bezpečnost pro drážní dopravu.

Napájecí systémy musí být uspořádány tak, aby bylo možné bezpečně a plynule tyto systémy provozovat. Dalším důležitým mezníkem je ochrana osob před úrazem elektrickým proudem, které manipulují se zařízením a ochrana zařízení před poškozením neočekávaných vlivů jako např. bludné proudy viz **kapitola 5.2**. [3]

2.1.2 Dělení napájecích systémů

Podle druhu napájení a napětí:

- trakční měnící;
- trakční transformovny;
- kombinované trakční napájecí stanice (moc se nepoužívají, v ČR jsou pouze tři).

Podle provedení a způsobu napájení:

- stabilní;
- převozní;
- podpůrné.

Podle způsobu obsluhy:

- s obsluhou;
- bez obsluhy.

Podle způsobu řízení:

- ústřední;
- místní;
- dálkové.

Tyto systémy budou rozebrány v kapitole 4. [10]

2.2 Trakční vedení

Zajišťuje napájení soustavou vodičů drážních vozidel stejnosměrným proudem pomocí trolejového vedení z napájecích systémů. Drážní vozidlo tuto energii odebírá pomocí pantografu (sběrače). Do trakčního vedení spadá systém trolejového vedení a systém přívodní kolejnice. V této práci se trakčním vedením nebudeme zabývat. V další kapitole si uvedeme jeho způsoby napájení. [7]

2.2.1 Způsoby napájení trakčního vedení

Trakční vedení je napájeno proudem z trakčních napájecích systémů. Dělí se na jednotlivé napájecí úseky z důvodu snížení napájecích proudů a snadnější lokalizace poruch. Tyto úseky se napájí odděleně. Podle způsobu napájení se jednotlivé úseky dělí na:

- jednostranné;
- dvoustranné rozložené;
- čtyřstranné s příčnými spojkami;
- čtyřstranné se spínací stanicí. [21]

Jednostranné napájení

Napájecí úseky, které spolu sousedí, jsou napájeny ze společného napájecího systému, kde každý úsek má vlastní napáječ. U dvoukolejných tratí se budují příčné propojky mezi trakčním vedením obou kolejí z důvodu lepšího využití průřezu. [21]

Dvoustranné rozložené napájení

Úseky jsou napájeny z obou konců sousedních napájecích systémů, což dovoluje prodloužit délku úseků vzhledem k dovolenému úbytku napětí vlivem vlastního odporu vedení. U dvoukolejných tratí se trakční vedení napájí odděleně sudé a liché koleje pro umožnění výlukové činnosti a snadnější lokalizaci poruch. [21]

Čtyřstranné napájení s příčnými spojkami

Způsob napájení je podobný způsobu dvoustranného rozloženého. V proudově nejvíce zatížených úsecích jsou trakční vedení obou kolejí propojena pomocí příčných spínačů, což umožňuje lepší využití vodivého průřezu trakčního vedení zejména na úsecích s většími sklony. Příčné spínače se v případě poruchy automaticky rozpojí. [21]

Čtyřstranné napájení se spínací stanicí

Napájecí úsek je podélně rozvržen dělicími místy, která jsou přemostována směrovými a příčnými vypínači ve spínací stanici. Jestliže nastane porucha, lze podélně rozdělit napájecí úsek. Spínače se vážou na ovládání přilehlých napájecích systémů, což vede k intenzivnější bezpečnosti provozu.

Spínací stanice zahrnuje soubor pro výkonové spínání úseků trakčního vedení příslušného napětí včetně stavebních objektů, ve kterém se zařízení nachází. Zřizují se pro zvýšení:

- spolehlivosti napájení elektrizovaných tratí včetně zvýšení její propustnosti;
- výkonností pevných trakčních zařízení. [21] [10]

Spínací stanice nebudou dále rozebírány.

2.3 Trakční napájecí soustavy

Soustava zařízení, která napájí trakční vedení při jmenovité hodnotě napětí a při střídavém způsobu i frekvence. Z toho tedy vyplývá, že máme soustavy střídavé a stejnosměrné. Soustavy nad 1 kV využívají rozsáhlé železniční uzly do 1 kV, dále městská hromadná doprava a příměstské železnice. Napájecí systémy jsou provozovány:

- AC soustava 25 kV/50 Hz;
- AC soustava 15 kV/ 16,7 Hz;
- DC soustava 1,5 kV;
- DC soustava 3 kV;
- DC soustava do 1000 V. [19]

AC soustava 25 kV/50 Hz

Jedná se o AC jednofázovou napájecí soustavu provozovanou paprskově. Z napájecích zařízení je přes trakční transformovnu napájeno trakční vedení až po spínací stanici, která napájený úsek prodlouží v případě poruchy nebo výluky jedné sousední trakční transformovny.

U této soustavy není možné oboustranné napájení z důvodu nežádoucích přetoků vyrovnávacích proudů mezi napájecími zařízeními. [19]

AC soustava 15 kV/ 16,7 Hz

Snížení frekvence je nutné pro zlepšení komutace používaných jednofázových komutátorových motorů. Tato frekvence vyhovuje pro napájení komutátorových motorů trakčních vozidel, tak i pro snížení impedance trakčního vedení a spolu s vysokým napětím snižuje potřebný počet napájecích stanic.

Ovšem je nutné budovat speciální jednofázové elektrárny pouze pro trakci.

Tato soustava má vlastní jednofázové přenosové vedení vysokého napětí, nezávislé na třífázové rozvodné síti. [19]

DC soustava 1,5 kV

Nejstarší soustava s lokálními zdroji (dynama), které nahrazují měničny napájené z distribuční soustavy. Princip měnění je totožný se soustavou DC 750 V, která bude později zmíněna. Tato soustava má téměř třífázové symetrické zatížení na rozdíl od jednofázových soustav AC. Vhodným zapojením trakčních transformátorů eliminujeme vliv vyšších harmonických do distribuční sítě a není nutno používat filtračně kompenzační zařízení. [19]

DC soustava 3 kV

Shodná s charakteristikou ostatních DC soustava s tím rozdílem, že se liší velikostí hodnot izolační hladiny pro vyšší napětí a zvýšenými nároky na spínací prvky s ohledem na napětí při přechodných dějích a zhasnutí oblouku při vypínání.

Umožňuje celkové vyšší výkonové zatížení tratě a vykazuje menší ztráty ve vedení. Charakteristickým rysem je oboustranné napájení, kdy jsou jednotlivé úseky tratě napájeny ze dvou protilehlých trakčních měníren.

Tato soustava se používá i v metru, stejně jako soustava 750 V. [19]

DC soustava do 1000 V

Tato soustava se provozuje na napětí 600 V a 750 V. Využití je především u dráh tramvajových, trolejbusových, příměstských vlaků a metra. Obsahuje trakční měnírny připojené k distribuční soustavě. U nás na napěťovou úroveň 22 kV, v nichž dochází k transformaci napětí a k jeho usměrnění. V trakční měnírně se nachází rozvodna, která rozděluje napětí na jednotlivé vývody pro napájení samostatných traťových úseků, obvykle kabelovými vedeními. [19]

3 Předpisy určující konkretizaci pro napájecí zařízení drážních systémů

Zde je seznam **nejdůležitějších** předpisů, které je při projektování a provozování nutno respektovat. Podrobnější předpisy zabývající se konkrétní částí provozuschopnosti napájecích systémů budou uvedeny v dalších kapitolách.

Sbírka platné legislativy:

- **266/2004 Sb., Zákon o dráhách;**
- **177/1995 Sb., Vyhláška, kterou se vydává stavební a technický řád drah;**
- **279/2000 Sb., stanovující podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení (UTZ);**
- **101/1995 Sb., kterou se vydává Řád zdravotní způsobilosti osob při provozování dráhy a drážní dopravy;**
- **376/2006 Sb., o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a postupech při vzniku mimořádných událostí na dráhách;**
- **146/2008 Sb., pro projektování dopravních staveb, jejich rozsah a obsah.**

Sbírka platné technické normalizace:

- **ČSN EN 50122-1 ed. 2 Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Elektrická bezpečnost, uzemňování a zpětný obvod - Část 1: Ochranná opatření proti úrazu elektrickým proudem;**
- **ČSN EN 50122-2 ed. 2 Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Elektrická bezpečnost, uzemňování a zpětný obvod - Část 2: Ochranná opatření proti účinkům bludných proudů;**
- **ČSN 34 1500 ed. 2 Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Předpisy pro elektrická trakční zařízení;**
- **ČSN 33 3505 ed. 2 Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Základní požadavky na elektrické napájecí a spínací stanice;**
- **ČSN 33 1500 Elektrotechnické předpisy - Revize elektrických zařízení.**

Správa železnic vydává své specifické předpisy, směrnice a technické kvalitativní podmínky (dále jen "TKP"), které upřesňují, nebo jinak doplňují projekci a provoz silnoproudých napájecích zařízení pro drážní systémy. Nyní si uvedeme základní předpisy, směrnice a TKP.

Sbírka předpisů vydané SŽ, případně ČD:

- **ČD E3 - Předpis pro trakční a napájecí stanice;**
- **Předpis SŽDC Bp1 – Předpis o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci, a na něj související předpisy SŽ Bp1 a SŽ Bp2;**
- **SŽDC D17 – Předpis pro hlášení a šetření mimořádných událostí**

Sbírka směrnic vydané SŽ:

- **Směrnice SŽDC č. 11/2006 – Dokumentace pro přípravu staveb na železničních drahách celostátních a regionálních;**
- **Směrnice SŽDC 16/2005 – Zásady modernizace a optimalizace vybrané železniční sítě ČR;**
- **Směrnice SŽDC č. 30 včetně příloh – Zásady rekonstrukce celostátních drah ČR nezařazených do evropského železničního systému;**
- **Směrnice SŽDC č. 32 – Zásady rekonstrukce regionálních drah a další.**

Některé podmínky uvedené v normách se mohou lišit v jiných typech drah. Například tramvajové a trolejbusové dráhy mají jiné provozní a technické podmínky, než dráhy celostátní, regionální a vlečky. K této skutečnosti náleží jiné normy, které jsou specifické pro dráhy tramvajové a trolejbusové. Potřebné normy pro tramvajovou a trolejbusovou dráhu jsou uvedeny v **kapitole 6**.

Technické kvalitativní podmínky staveb státních drah

Technické kvalitativní podmínky jsou rozděleny na kapitoly, ve které každá představuje určité odvětví dané problematiky. Zde je souhrn kapitol, které se zabývají napájecími zařízeními drážních systémů, případně je zmiňují, nebo úzce souvisí s její stavební přípravou:

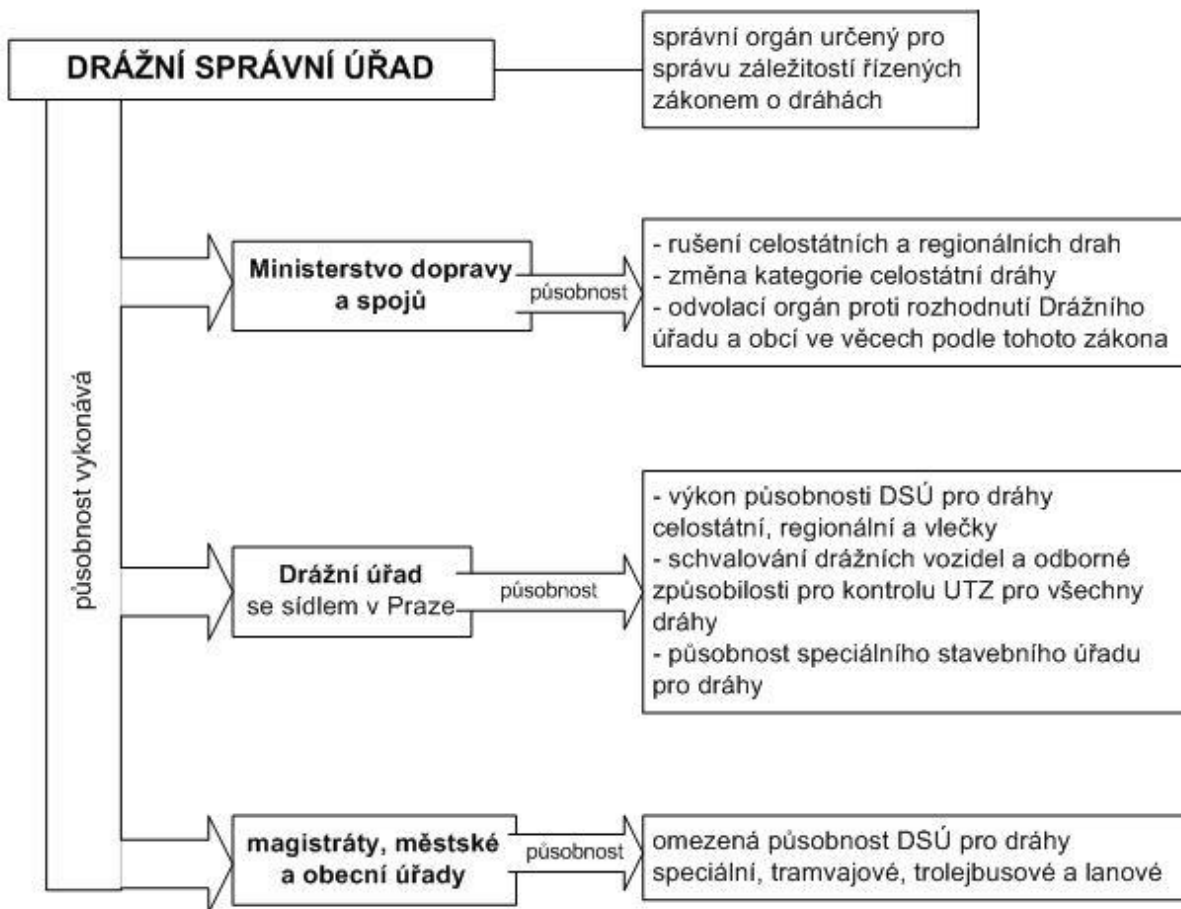
- **Kapitola 25 – Protikoroze ochrana úložných zařízení a konstrukcí, část 25 A – Ochrana proti elektrochemické korozi a korozi bludnými proudy;**
- **Kapitola 26 – Osvětlení, EOv, stožárové transformovny VN/NN, rozvody NN včetně dálkového ovládání;**
- **Kapitola 29 – Silnoproudá technologická zařízení;**
- **Kapitola 30 – Silnoproudé rozvody VN a soustava 6 kV.**

3.1 Legislativní předpisy

3.1.1 Působení zákona 266/2004 Sb. ve věcech drah

Popisovaný zákon upravuje podmínky pro stavbu dráhy a stavbu na dráze na drahách železničních, trolejbusových a lanových včetně jejich provozování zahrnující i práva a povinnosti fyzických a právnických osob spojené s provozováním dráhy a drážní dopravy. Další obligací tohoto zákona je výkon státní správy a státního dozoru ve věcech drah.

Státní správu ve věcech drah konají drážní správní úřady, kterými jsou Ministerstvo dopravy a Drážní úřad. [1]



Obr. 1 Struktura Drážního správního úřadu [23]

Základní pojmy drah

Dráha je druh dopravní komunikace umožňující pohyb drážních vozidel po předem stanoveném úseku včetně pevných zařízení určené pro bezpečnost a plynulost drážní dopravy.

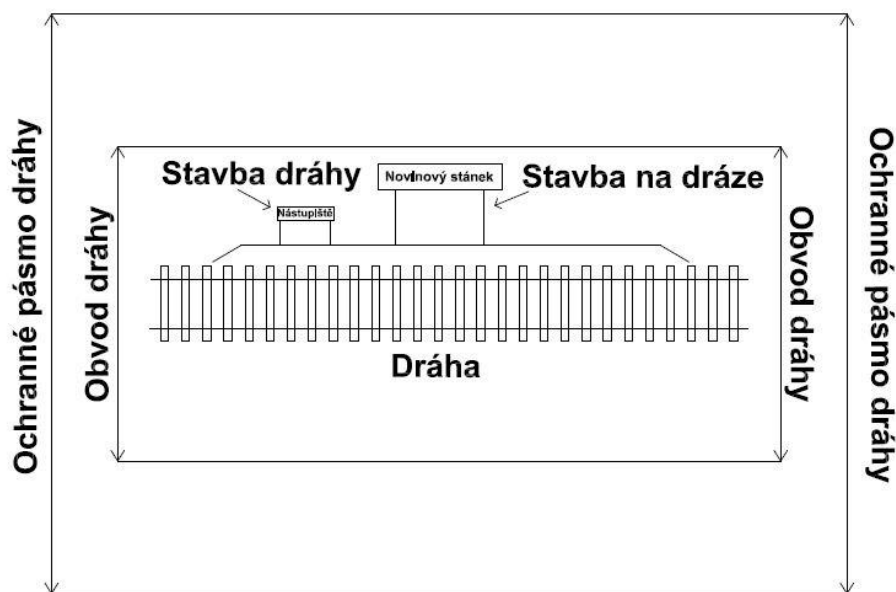
Stavba dráhy je stavba, která slouží k provozování dráhy z hlediska provozu, bezpečnosti, regulace, napájení aj. nehledě na tom, zdali je stavba situována v obvodu dráhy, či nikoliv. Zde spadají napájecí systémy pro UTZ.

Stavba na dráze je stavba, která není součástí dráhy, ale nachází se v obvodu dráhy.

Obvod dráhy je území spadající do vlastnictví drah vydané územním rozhodnutím pro umístění stavby dráhy.

Ochranné pásmo dráhy je prostor po obou stranách dráhy, ve kterém se nesmí provádět žádné činnosti, jenž nesouvisí s provozováním dráhy. Každá činnost nesouvisející s dráhou musí být projednána a povolena vlastníkem dráhy. Může se jednat o stavbu jiného charakteru např. elektrické vedení v okruhu dráhy pro připojení žadatele rodinného domu. Délka ochranného pásma se liší typem dráhy. Dráha celostátní a regionální má ochranné pásmo 60 m od osy koleje, vlečky, tramvajové a trolejbusové dráhy 30 m.

Pro dráhy, které vedou po pozemních komunikacích, se ochranné pásmo nezřizuje. [1]



Obr. 2 Názorný přehled základních pojmů drah [vi]

3.1.2 Působení vyhlášky 177/1995 Sb. ve věcech drah

Vyhláška stanovuje podmínky pro stavby drážních zařízení, jejich technické podmínky, technickobezpečnostní zkoušky, zkušební provoz drah a podmínky pro její styk s jinými infrastrukturami viz kapitola 8.

Základní pojmy stanovené vyhláškou

Železniční spodek je součást trati, která nese kolej (např. štěrk).

Železniční svršek tvoří dráhu, kterou vozidlo nese a vede.

Kolejnice je základní částí železničního svršku, po které může drážní vozidlo jezdit a brzdít. [2]

3.1.3 Působení vyhlášky 279/2000 Sb. ve věcech drah

Tato vyhláška popisuje řád UTZ, jejich podmínky pro provoz, výrobu a konstrukci. Základní definice o UTZ byly zmíněny v kapitole 2.

Podmínky pro provoz

Při provozu drah je možno provozovat jen ta UTZ, kterým náleží platný průkaz způsobilosti, který vydá příslušný drážní správní úřad a musí splňovat následující podmínky:

- konání pravidelných revizí, prohlídek a zkoušek;
- splnění bezpečnosti zařízení obsluhou;
- dodržování předpisů stanovené příslušnou technickou dokumentací.

K bezpečnému, spolehlivému, hygienickému a ekonomickému provozu musí konstrukce zařízení dle stanovených předpisů:

- zajistit přístup k místu obsluhy a údržby a zamezit možnosti vzniku újmy na životě nebo zdraví osob a pádu předmětů ze zařízení;
- zabránit možnosti vzniku nebezpečných situací v provozu, vzniklých při přerušení nebo obnově dodávky elektrické energie;
- zajistit dostatečně účinnou protikorozi ochranu úložných zařízení v blízkosti trakčního vedení;
- zajistit označení zařízení bezpečnostními značkami a nápis pro bezpečný provoz, obsluhu a údržbu;
- zamezit úniku zbytkových par z tlakových nádob a nádob s různými chemickými látkami.

Konstrukce zařízení má být z takového materiálu, který odpovídá provozním podmínkám a vlivům prostředí, zejména s ohledem na jeho únavu, stárnutí, korozi a opotřebení.

Obsah technické dokumentace pro UTZ zahrnuje:

- název, typ a výrobce zařízení;
- technické předpoklady zařízení;
- technický popis zařízení, včetně jeho jednotlivých elementů (bezpečnostní a ochranné);
- schéma zařízení včetně výkresové dokumentace;
- výpočty technických parametrů zařízení;
- instrukce pro obsluhu a údržbu zařízení včetně kompetence provozní způsobilosti.

Revize u UTZ elektrických probíhá ve formě:

- zrakové kontroly celkové situace a výbavy zařízení;
- kontroly hlavních kritérií zařízení formou měření a funkční zkoušky zařízení.

Osoba odborně způsobilá vyhotoví protokol o vykonané prohlídce a zkoušce zařízení, které je v provozu. Protokol obsahuje základní informace o zařízení včetně popisu uskutečněné prohlídky a zkoušky, stav zjištěný při prohlídce a základní údaje o osobě vykonané technickou údržbu zařízení. Podrobnější popis je uveden v **kapitole 9.1**. Zkoušky a revize zařízení se provádí periodicky podle přílohy č. 1 až 3, která je součástí této vyhlášky. V příloze č. 4 této vyhlášky najdeme podmínky pro elektrotechnickou kvalifikaci osob. Zkouškami a revizemi se budeme zabývat v **kapitole 9**. [3]

3.1.4 Působení vyhlášky 101/1995 Sb. ve věcech drah

Vyhláška upravuje podmínky pro zdravotní způsobilost osob obsluhující provozování dráhy včetně drážních zařízení (zabezpečení, organizace, revize a prohlídky) a osoby řídící drážní vozidlo (vlak, tramvaj, trolejbus, metro aj.).

Zdravotní způsobilost osob vydává posuzující lékař při periodických kontrolách, které jsou povinné pro všechny orgány. Lékař zjistí zdravotní stav fyzické osoby na popud zdravotní náročnosti vykonávané pracovní činnosti. Posouzení zdravotní způsobilosti není vyžadováno u osob provádějící mimořádné činnosti, mezi které patří například živelné pohromy, nehody na dráhách atd. Tyto činnosti se provádí pod dozorem osoby zdravotně způsobilé a jedná-li se o činnost trvající maximálně deset dnů.

Preventivní prohlídky

Vstupní prohlídka, která posoudí zdravotní způsobilost uchazeče pro:

- vydání průkazu způsobilosti pro řízení drážního vozidla;
- vykonávání činnosti při provozování dráhy a drážní dopravy.

Pravidelné prohlídky se provádí před ukončením platnosti lékařského posouzení (ve většině případech jednou za rok).

Mimořádné prohlídky se provádí na základě přezkoušení zdravotní způsobilosti osob, která se vykoná po doporučení provozovatele dráhy nebo drážní dopravy na základě:

- rozhodnutí drážního správního úřadu;
- nepostačujícího zdravotního stavu, který by mohl vést k ohrožení bezpečnosti na dráze;
- okolností, které způsobily delší nepřítomnost odborně způsobilé osoby, například onemocnění trvající déle než osm týdnů;
- účasti na mimořádné události, pokud o to požádá příslušný institut na základě speciálních předpisů;
- provádění činnosti, pro kterou bylo provedeno zdravotní posouzení, avšak osoba způsobilá pro tuto činnost přerušila výkon práce po dobu trvající déle, než šest měsíců.

Při konání preventivní lékařské prohlídky musí drážní správní úřad, nebo provozovatel dráhy, či drážní dopravy sdělit lékaři druh požadované prohlídky, práce a pracovní podmínky, dle které se posuzuje zdravotní způsobilost. [5]

3.1.5 Působení vyhlášky 376/2006 Sb. ve věcech drah

Tento zákon upravuje podmínky pro bezpečnost provozování dráhy a drážní dopravy a stanovuje postupy při vzniku mimořádných událostí na dráhách.

Zajišťování bezpečnosti na dráhách

Cílem zajištění bezpečnosti na dráhách je stanovení základních složek, které obsahují:

- organizační systém a působení jeho prvků;
- zodpovědnost nadřízených orgánů za bezpečné provozování dráhy včetně drážní dopravy, do které se zahrnuje obsluha dráhy, údržba, zajištění kontrol bezpečné obsluhy dráhy a její organizační kompetence, kontrola kvality dodávek materiálů pro provozování dráhy, stanovení zodpovědnosti vedoucích zaměstnanců za předem určený úsek vykonávané činnosti atd.;
- odpovědnost za zhotovení dokumentace o systému bezpečnosti na dráhách;
- vytyčení bezpečnostních cílů, které mají zlepšovat systém bezpečnosti.

Příklad stanovení bezpečnosti je uveden v příloze č. 1 tohoto zákona.

Výroční zprávy provozovatele dráhy a Drážního úřadu

Jedním z parametrů zajišťování bezpečnosti na dráhách je vyhotovení výroční zprávy o bezpečnosti provozování na dráhách. Tato zpráva obsahuje:

- stanovené bezpečnostní cíle provozovatele dráhy a jejich výsledky;
- přehled o mimořádných událostech za poslední rok;
- výsledky kontrol systému zajišťující bezpečnost na dráhách;
- informace o škodách při provozu dráhy, které mohly být příčinou vzniku nehody nebo nehody závažné.

Výroční zprávu musí také zhotovit Drážní úřad o své činnosti, které spadají do odvětví bezpečnosti na dráhách. Drážní úřad ve své výroční zprávě uvádí tato kritéria:

- vývoj bezpečnosti na dráhách, včetně souhrnu mimořádných událostí za minulý rok (viz. příloha č. 4 této vyhlášky);
- zásadní změny ve znění předpisů ohledně bezpečnosti na dráhách, které se za uplynulý rok změnil;
- vývoj ve sféře udělování osvědčení o bezpečnosti provozovatele dráhy a drážní dopravy na dráhách;
- výsledky a zkušenosti provozovatelů dráhy, které získají na popud výkonu státního dozoru nad jejich činnostmi prováděnou Drážním úřadem.

Mimořádná událost a její kompenzace

Mimořádnou událostí na dráhách se rozumí každá událost, která zapříčiní nehodu na dráhách způsobenou činností člověka a mající za následek poruchu staveb, nehodu způsobenou například drážním vozidlem, nebo ohrožení lidských životů a životního prostředí.

Pro hlášení a šetření mimořádných událostí vydává ČD zvláštní předpis D 17, který bude zmíněn v **kapitole 3.3.3.**

Postup při jejím vzniku a předcházení je dále zmíněno v kapitole **8.4.**

3.1.6 Působení vyhlášky 146/2008 Sb. Ve věcech drah

Vyhláška stanovuje podmínky stanovující přesný rozsah dokumentace dopravních staveb a jejich obsah. Tyto projektové dokumentace se dále vydávají stavebním úřadům ke stavebnímu povolení nebo ke zkrácenému stavebnímu řízení. Zajímat nás bude pouze obsah projektové dokumentace pro stavby drah a staveb na dráze.

Projektová dokumentace obsahuje tyto jednotlivé oddíly:

- průvodní zpráva;
- souhrnná část;
- situace stavby;
- technologická část;
- stavební část;
- zásady organizace výstavby;
- náklady stavby;

- doklady;
- geodetická dokumentace (zaměření přesné plochy do digitální podoby).

Každý jednotlivý oddíl musí být rozsáhlý dle významu stavby a fáze, ve které se stavba nachází. Podrobněji se budeme touto problematikou zabývat v **kapitole 7**. [6]

3.2 Normalizace

3.2.1 Působení technické normy ČSN EN 50122-1 ed. 2

Norma předepisuje základní ochranná opatření před úrazem elektrickým proudem a předepisuje elektrickou bezpečnost pevných trakčních zařízení AC nebo DC trakčních soustav a dalších elektrických zařízení, která mohou být nepříznivě ovlivňována trakčními napájecími soustavami. Norma platí pro tyto elektrotechnické systémy:

- ostatní pevná zařízení, která přispívají k bezpečnosti při údržbových pracích na trakčních systémech;
- nová vedení a významné rekonstrukce stávající vedení trakčních systémů, jako jsou například železnice, tramvaje, metro, trolejbusy, horské dráhy aj.;
- systémy pro převoz materiálů.

Důležité je být na pozoru před systémy, pro které tato norma neplatí. Mezi ně patří:

- důlní trakční systémy v dolech;
- jeřáby a jiné přepravní plošiny využívající koleje pod podmínkou, že nejsou napájeny přes transformátor ze systému trakčního vedení a nejsou v ohrožení trakční napájecí soustavy;
- lanové dráhy. [7]

3.2.2 Působení technické normy ČSN EN 50122-2 ed. 2

Norma předepisuje základní požadavky na ochranu před účinky bludných proudů, které produkuje DC trakční soustava. AC trakční soustavy dle zkušeností z posledních let nezpůsobují korozní účinky, jak je tomu u DC trakčních soustav, ale dosavadní výzkumy nejsou dokončeny. Z toho tedy vyplývá, že se tato norma zabývá bludnými proudy způsobované pouze DC trakční soustavou. Norma platí pro:

- nové a rekonstruované DC vedení;
- elektrizované dopravní systémy, u kterých nelze zamezit vznik a následky bludných proudů.

Pro tuto problematiku je možno použít normu **ČSN EN 50162**.

Norma neplatí pro stejné systémy, které jsou uvedené v přechozí kapitole. [8]

3.2.3 Působení technické normy ČSN 34 1500 ed. 2

Norma stanovuje základní požadavky pro projektování, provozování, zkoušení, stavbu, údržbu a rekonstrukci elektrických pevných trakčních zařízení v interakci s normami **ČSN EN 50122-1-2**.

Norma platí pro:

- trakční zařízení elektrických drah napájené DC nebo AC trakční soustavou, ve kterých se z trolejového vedení napájí hnací vozidla;
- trakční zařízení napájená z trolejového vedení pro opravny, prohlídková stanoviště a zařízení pro předtápění vlakových souprav;

- zařízení, která jsou napájena z trakčního vedení a neslouží pro trakční účely;

Norma neplatí pro:

- trakční zařízení jeřábu, přesuvu, točen aj. zařízeních s výjimkou, pokud se tato zařízení nachází v prostoru ohrožení trakčním vedením;
- trakční zařízení metra. [9]

3.2.4 Působení technické normy ČSN 33 3505 ed. 2

Norma stanovuje směrnice pro projekci, stavbu, zkoušení, provozování, údržbu a rekonstrukci trakčních napájecích systémů pro dráhy celostátní, regionální a vlečky napájené trakční soustavou DC (1 kV, 1,5 kV a 3 kV) a AC 25 kV o kmitočtu sítě 50 Hz.

Norma platí pro:

- kompaktní modifikace stávajících zařízení a jejich rekonstrukce, současná zařízení je možné ponechat v provozu pod podmínkou, že splňují předpoklady pro bezpečnost osob, věcí a provozu dráhy;
- zařízení napájená z trakčního vedení, která neslouží pro trakční účely (např. vytápěcí soupravy pro vlaky).

Norma neplatí pro:

- napájecí systémy metra;
- tramvajové, trolejbusové, důlní a průmyslové dráhy;
- napájecí systémy lanových a jeřábových drah, výtahů aj. [10]

3.2.5 Působení technické normy ČSN 33 1500

Norma stanovuje předpisy pro provádění revizí elektrických zařízení a zařízení určená pro ochranu před statickou a atmosférickou elektřinou. Norma platí pro všechna elektrická zařízení, jež mohou ohrozit život osob, zvířat, či poškození majetku a okolního prostředí. Účelem revize elektrických zařízení je ověření jejich stavů z aspektu bezpečnosti. Splnění kritérií pro bezpečnost je správný chod zařízení dle platných norem. [11]

3.3 Předpisy ČD a SŽ

Správa železnic spolu s Českými drahami vydávají své vlastní předpisy, ve kterých upřesňuje zpracování projektové dokumentace, postupy při rekonstrukcích a pravidla pro provozování staveb drah.

3.3.1 Předpis ČD E3

Norma stanovuje předpisy pro provádění revizí elektrických zařízení a zařízení určená pro ochranu před statickou a atmosférickou elektřinou. Norma platí pro všechna elektrická zařízení, jež mohou ohrozit život osob, zvířat, či poškození majetku a okolního prostředí. Účelem revize elektrických zařízení je ověření jejich stavů z aspektu bezpečnosti. Splnění kritérií pro bezpečnost je správný chod zařízení dle platných norem. [11]

3.3.2 Předpis SŽDC Bp1

Předpis vydává SŽ při projednání s odborovými organizace, které působí při SŽ na základě ustanovení nařízení vlády č. 168/2002 Sb. Opravuje základní pravidla BOZP, způsoby bezpečné organizace práce, pracovních a technologických postupů a požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, dopravních prostředků, přístrojů a náradí na pracovištích.

Předpis neupravuje pravidla stanovená právními předpisy, technickými předpisy a jinými právními předpisy, pouze doplňuje činnost na konkrétním specifickém zařízení.

3.3.3 Předpis SŽDC D17

Předpis je určen pro hlášení a šetření mimořádných událostí, který zdůrazňuje změny a bezpečnostní doporučení Drážní inspekce.

3.4 Směrnice SŽ

3.4.1 Směrnice SŽ č. 11/2006

Tato směrnice udává povinnosti plnění při zadávání dokumentaci staveb, jejichž zadavatelem je právě zmíněna SŽ. Zabývá se pouze vybranými stupni související s územním a stavebním řízením a realizací staveb.

Směrnice obsahuje přílohy, z níž každá se zabývá určitým stupněm projektové dokumentace:

- 1) Příloha č. 1 – přípravná dokumentace (PD)
- 2) Příloha č. 2 – projekt (P)
- 3) Příloha č. 3 – projektové souhrnné řešení (PSŘ)
- 4) Příloha č. 4 – dopracování projektového souhrnného řešení (DPSŘ)

Ad.1) Obsah dokumentace je v souladu s vyhláškou č. 503/2006 Sb., v platném znění, přílohou č. 4, o obsahu a rozsahu dokumentace k žádosti o vydání rozhodnutí o umístění stavby nebo zařízení

Ad. 2) Dokumentace staveb drah a staveb na dráze pro vydání stavebního povolení nebo k oznámení ve zkráceném stavebním řízení a pro realizaci stavby

Ad. 3) Dokumentace staveb drah a staveb na dráze pro vydání stavebního povolení nebo k oznámení ve zkráceném stavebním řízení

Ad. 4) Dokumentace dopracovává předešlý stupeň dokumentace staveb drah a staveb na dráze zpracovaný zejména z důvodu vydání stavebního povolení nebo k oznámení ve zkráceném stavebním řízení, kterým byl stupeň PSŘ.

Hlavní rozdíly v jednotlivých typech dokumentací si projdeme v **kapitole 7** v rámci projektování.

3.4.2 Směrnice SŽ č. 16/2005

Tato směrnice udává pokyny k modernizaci a optimalizaci železničních sítí, do které spadají napájecí zařízení pro tyto železniční systémy.

Rekonstrukce vybrané železniční sítě tratí se realizuje modernizací tratě nebo uvedením tratě do optimalizovaného stavu.

Zásady modernizace technologie napájecích zařízení stejnosměrné a střídavé elektrické trakce

Pro napájecí zařízení drážních systémů musí rozsah modernizace vycházet z aktualizovaných energetických výpočtů, provedených na základě zadaných parametrů modernizovaného traťového úseku a výhledové železniční dopravy včetně charakteristiky trakce provozovaných hnacích vozidel.

3.4.3 Směrnice SŽ č. 32/2007

Tato směrnice slouží ke stanovení jednotné koncepce a technického řešení železniční infrastruktury při rekonstrukci regionálních drah.

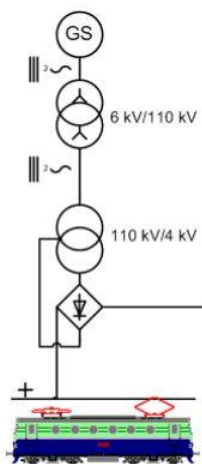
4 Parametry napájecích zařízení drážních systémů

V kapitole 2.1.2 je uvedena základní definice napájecích systémů včetně jejich rozdělení. Nyní se zaměříme na konkretizaci těchto systémů a jejich specifikace. Danou problematikou se zabývají:

- ČSN 33 3505 ed. 2;
- ČSN 34 1500 ed. 2;
- ČSN EN 50122-1-2 a další.

Trakční měniřny

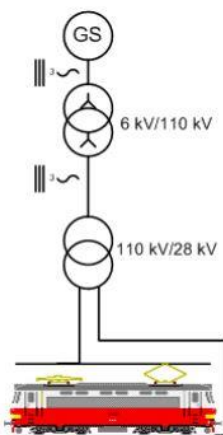
Přeměňují přiváděný střídavý proud na stejnosměrný, kterým se napájí systémy drah stejnosměrnou trakční proudovou soustavou.



Obr. 3 Stejnosměrný napájecí systém [20]

Trakční transformovny

Přeměňují přiváděné napětí při stejném kmitočtu na jiné napětí, kterým se napájí systémy drah střídavou trakční proudovou soustavou. Pro střídavou trakční proudovou soustavu tedy není potřeba provozovat měniřnu.



Obr. 4 Střídavý napájecí systém [20]

4.1 Hlavní části trakčních napájecích systémů

- a) rozvodna VN AC 110 kV, popř. AC 220 kV;
- b) rozvodna VN AC 22 kV (popř. AC 15 kV, AC 35 kV);
- c) rozvodna VN AC 6 kV;
- d) stání napájecích a trakčních transformátorů;
- e) usměrňovací skupina (měnícína);
- f) omezovací tlumivka (měnícína);
- g) rozvodna trakčního napájecího napětí (DC 3 kV, DC 1,5 kV, AC 27 kV, 50 Hz);
- h) filtračně kompenzační zařízení (trakční transformovna);
- i) kompenzace vnějších rozvodů a zařízení napájených z trakčních napájecích systémů;
- j) zařízení vlastní spotřeby;
- k) zařízení pro ústřední, místní a dálkové řízení;
- l) rozvaděč zpětného vedení. [10]

4.2 Napájecí napětí a kmitočet trakčních soustav

Platí podmínky uvedené v ČSN EN 50163 ed. 2.

4.2.1 Napětí

Tab. 1 Jmenovitá napětí a jejich přípustné hodnoty a doby trvání [17]

Elektrizační soustava	Nejnižší krátkodobé napětí $U_{\min 2}$ [V]	Nejnižší trvalé napětí $U_{\min 1}$ [V]	Jmenovité napětí U_n [V]	Nejvyšší trvalé napětí $U_{\max 1}$ [V]	Nejvyšší krátkodobé napětí $U_{\max 2}$ [V]
DC (střední hodnoty)	400	400	600	720	800
	500	500	750	900	1 000
	1 000	1 000	1 500	1 800	1 950
	2 000	2 000	3 000	3 600	3 900
AC (efektivní hodnoty)	11 000	12 000	15 000	17 250	18 000
	17 500	19 000	25 000	27 500	29 000

4.2.2 Kmitočet

Základním kmitočtem elektrické trakční soustavy daný trojfázovou sítí je 50 Hz. Platí hodnoty uvedené v ČSN EN 50160 ed. 3. V následující tabulce jsou uvedeny střední hodnoty základního kmitočtu za normálních provozních podmínek, měřené po dobu 10 s, odpovídající rozsahu napájecí sítě VN. [17]

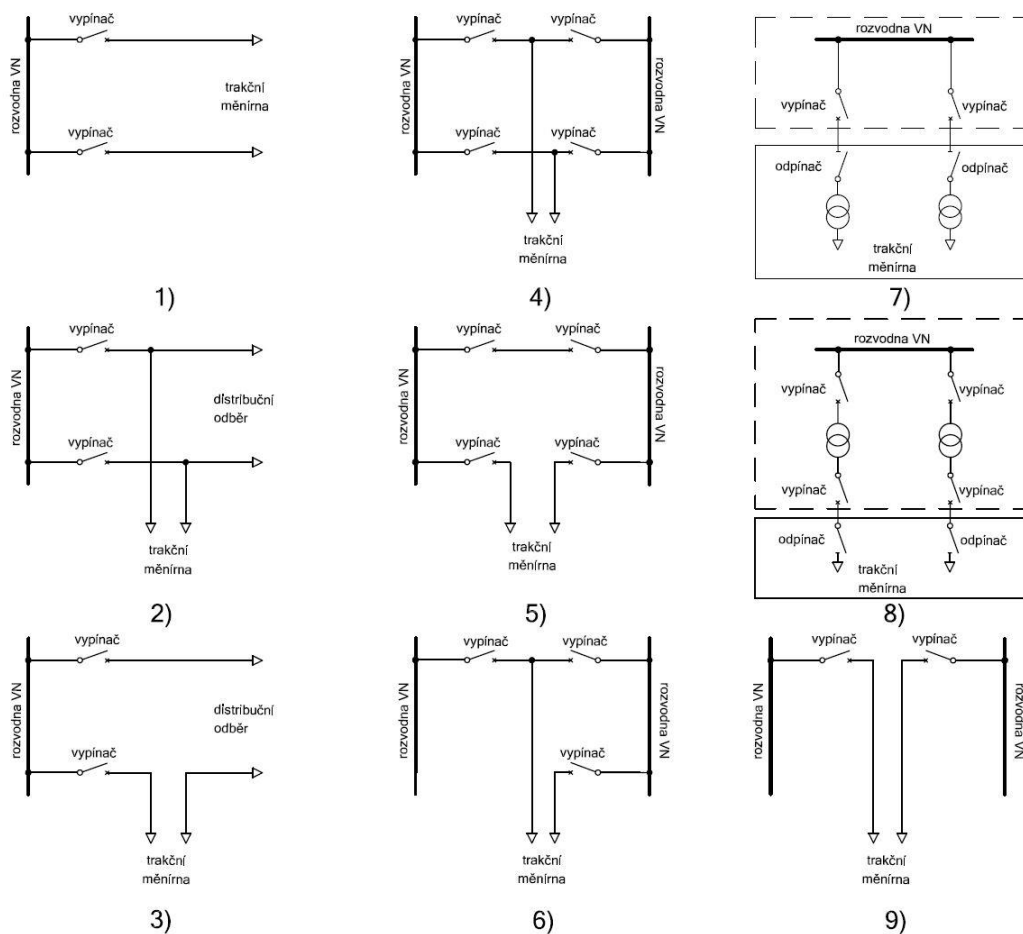
Tab. 2 Rozsahy kmitočtů v trakční soustavě [17]

Typ připojení soustavy k propojené soustavě	Kmitočet s odchylkou	Skutečná hodnota kmitočtu	Doba
Se synchronním připojením	50 Hz \pm 1% 50 Hz + 4% / -6 %	49,5 Hz ÷ 50,5 Hz 47 Hz ÷ 52 Hz	v 99,5 % roku, v 100% doby
Bez synchronního připojení	50 Hz \pm 2% 50 Hz \pm 15%	49 Hz ÷ 51 Hz 42,5 Hz ÷ 57,5 Hz	v 95 % týdne, v 100% doby
Se synchronním připojením trakční soustavy 16,7 Hz	16,7 Hz \pm 1% 16,7 Hz + 4% / -6%	16,5 Hz ÷ 16,83 Hz 15,69 Hz ÷ 17,36 Hz	v 99,5 % roku, v 100% doby
Bez synchronního připojení soustavy 16,7 Hz	16,7 Hz \pm 2% 16,7 Hz \pm 15%	16,33 Hz ÷ 17 Hz 14,16 Hz ÷ 19,16 Hz	v 95 % týdne, v 100% doby
Propojení s drážní propojenou sítí 16,7 Hz	16,7 Hz + 2% / -3%	16,17 Hz ÷ 17 Hz	v 100% doby

4.3 Připojení trakčních napájecích soustav na distribuční energetickou soustavu

Je potřeba stanovit dohodu mezi dodavatelem a odběratelem elektrické energie, jakým způsobem se napájecí zařízení připojí na vstupní straně (rozvodna AC 22 kV nebo AC 110 kV). Pro dělicí místa mezi energetickými částmi se na výstupní straně mezi napájecím zařízením a trakčním vedením použijí výstupní průchodky nadzemního vedení, nebo kabelové koncovky napáječů v napájecím pólu. Základní způsoby připojení trakčních měníren na distribuční energetickou soustavu:

- 1) **koncové** – princip spočívá v připojení trakční měnírny na rozvodnu dvěma samostatnými vedeními VN;
- 2) **„T“ odbočením** – připojení je provedeno dvěma samostatnými vedeními VN z dvojitého koncového distribučního vedení VN;
- 3) **smyčkové** – z distribučního vedení VN je provedeno připojení přes dvě samostatná vedení VN (vhodné např. pro podpurné napájecí zařízení);
- 4) **2x „T“ odbočením** – napájecí zařízení je připojeno ze dvou na sobě nezávislých vedení z dvojitého distribučního vedení propojující dvě samostatné energetické rozvodny;
- 5) **oboustranně napájenou smyčkou** – jedno distribuční vedení propojující dvě energetické rozvodny VN umožňuje připojit napájecí zařízení zasmyčkováním;
- 6) **„T“ připojení a koncové vedení** – napájecí zařízení je připojeno pomocí odbočky „T“ z jednoho vedení VN a samostatným vedením VN z energetické rozvodny;
- 7) **oddálené vývody** – pokud je nutné umístit napájecí zařízení v blízkosti rozvodny VN, je možné s vlastníkem rozvodny po domluvě vypínací přístroje každého transformátoru umístit v energetické rozvodně a v napájecím zařízení před transformátory odpojovače v interakci s vypínači;
- 8) **oddálené transformátory** – možnost umístit trakční transformátory za vhodných podmínek do rozvodny pod podmínkou, je-li napájecí zařízení umístěno v blízkosti energetické rozvodny VN a pokud je napájecí zařízení provedeno přes odpojovač, který musí blokovat společně s vypínačem sekundární strany transformátoru;
- 9) **ze dvou vedení VN** – připojení napájecího zařízení je uskutečněno ze dvou individuálních vedení VN.



Obr. 5 Způsoby zapojení napájecích zařízení na rozvodnou síť [10]

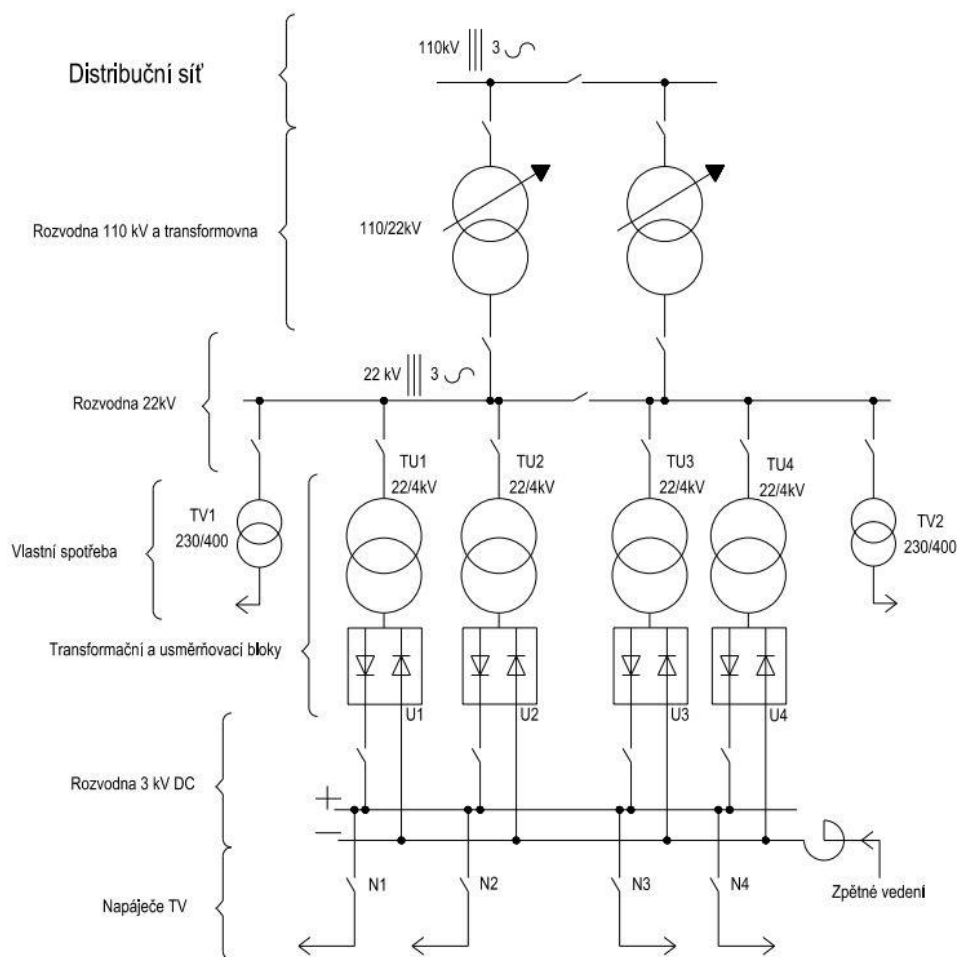
Přívody všech těchto způsobů zapojení musí být dimenzovány na plný instalovaný výkon napájecího zařízení. Připojení je možno ve zvláštních případech provést jedním přívodem za podmínky, že nebude při jeho výpadku narušená provozní efektivita trati. [10]

4.4 Energetické části napájecích zařízení

Energetické části napájecích zařízení

Součásti topologie sítě napájecích zařízení jsou:

- rozvodny;
- rychlovypínače;
- trakční transformátory;
- ochrany jednotlivých prvků;
- zařízení vlastní spotřeby;
- zpětná vedení. [10]



Obr. 6 Obecné schéma topologie napájecího zařízení [21]

4.4.1 Rozvodny

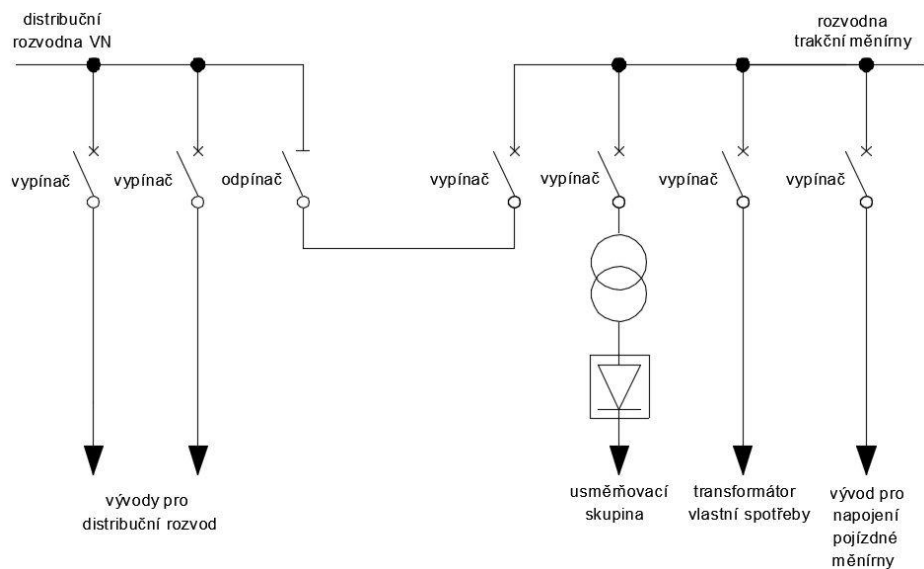
Rozvodny AC se dělí dle hladiny napětí:

- do 52 kV;
- nad 52 kV;
- 6 kV.

Dále pak máme rozvodny DC. [10]

Rozvodny AC do 52 kV

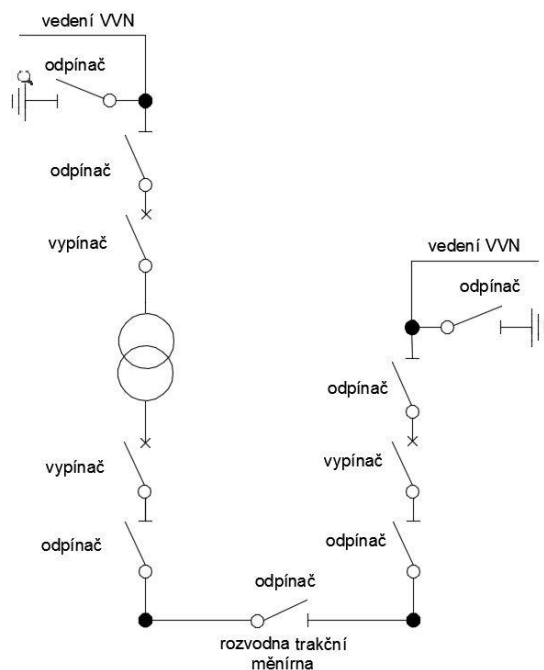
Realizace těchto rozvodů pro napájecí zařízení je zásadně zhotovená v interním provedení. Pokud má rozvodna VN napájecího zařízení jen jednu strukturu přípojníc dělený podélně odpojovači, musíme blokovat transformátory vlastní spotřeby. U projektovaných napájecích zařízení, které budou uvedeny do provozu, musí být systém řízení rozvodů VN situován pro ústřední řízení. [10]



Obr. 7 Schématické znázornění připojení napájecího zařízení na rozvodnu AC 22 kV [10]

Rozvodny AC nad 52 kV

Přednostně jsou konstruovány jako venkovní rozvodny se zaústěnými přívodními vedeními VN. V případech, že není možné vybudovat rozvodnu z důvodu zástavby, zásahu do chráněné krajinné oblasti aj., je doporučeno vybudovat zapouzdrěnou rozvodnu. [10]



Obr. 8 Schématické znázornění připojení napájecího zařízení na rozvodnu AC 110 kV [10]

Rozvodny AC 6 kV

Slouží pro napájení zabezpečovacího zařízení a budují se v interním provedení s připojením na ústřední řízení. [10]

Rozvodny DC

V rozvodu DC trakčních měníren je potřeba zařadit v napájecím obvodu neřízeného usměrňovače rychlovypínač. Napájecí pól, který je spojen s přívodním trakčním vedením, má zařazen rychlovypínač s nadproudovou ochranou. Druhý pól vedoucí zpět do napájecího systému obsahuje odpojovač. Pokud má rozvaděč DC proudu v napájecím obvodu více než dva rychlovypínače, musí obsahovat jeden záložní. [10]

4.4.2 Rychlovypínače

Podmínky pro správnou funkčnost a zajištění bezpečnosti obsluhy rychlovypínačů dodržuje tyto zásady:

- všechny části musí být dimenzovány tak, aby odolaly mechanickému namáhání proudovým zatížením a předpokládaným zkratovým proudům;
- správné provedení okolního prostředí, na které má rychlovypínač vliv tak, že nedojde k ohrožení obsluhy nebo zařízení při vypínání;
- snadná konstrukce rychlovypínače pro snadnou a bezpečnou obsluhu a údržbu;
- přístupová strana rychlovypínače musí mít viditelně umístěný ukazatel polohy jeho hlavních kontaktů;
- spolehlivě vypínat proudy od nulové hodnoty;
- vybavení ochrannými svorkami pro uzemnění základního rámu rychlovypínače. [10]

4.4.3 Trakční transformátory

Řídí se zásadami normy **ČSN EN 50329 Drážní zařízení – Pevná trakční zařízení – Trakční transformátory**.

Je to transformátor, který je připojený ke střídavému nebo stejnosměrnému trakčnímu vedení přímo nebo přes měnič používaný k drážním účelům v pevných trakčních zařízeních.

Při návrhu vhodného transformátoru pro daný napájecí systém je nutno dodržet všeobecné požadavky trakčních transformátorů, které se kladou na zatěžování a kontrolu snést stanovený zatěžovací cyklus.

Zatěžování

Trakční transformátor se podrobuje zátěžím s rychlými změnami amplitud a doby trvání. Objednatel musí v každém případě stanovit hodnotu tzv. **zatěžovacího diagramu** dříve, než je publikována nabídka na trakční transformátor. Zatěžovací diagram stanovuje skutečnou hodnotu proudu, jenž je vyžadován trakčním obvodem v nejhorších předpokládaných podmínkách. [16]

Kontrola snést stanovený zatěžovací cyklus

Zatěžovací cyklus je obvyklé vyobrazení proudu. Znázorňuje opakující se změny zátěží s časem, a tedy přetížení a nedostatečná zatížení, která má transformátor přenést, stejně jako předpokládanou dobu trvání a intervaly.

Jmenovitý provozní proud je základem pro stanovení oteplení. Zkouška pro oteplení se provádí dle:

- **ČSN EN 60076-2 ed. 2 Výkonové transformátory – Část 2: Oteplení transformátoru ponořených do kapaliny;**
- **ČSN EN IEC 60076-11 ed. 2 Výkonové transformátory – Část 11: Suché transformátory.**

Jednotlivé normy se užívají dle potřeb. [16]

Namáhání při zkratech

Se zákazníkem je nutno stanovit zkratový zdánlivý výkon napájecího vedení u transformátoru. Jestliže se neuvede tento údaj, musí se dodržet podmínky uvedené v **ČSN EN 60076-5 ed. 2**. Dále musí informovat výrobce o používaném postupu opětného zapínání. Výrobce musí při mechanickém návrhu trakčních transformátoru věnovat těmto hlediskům mimořádnou pozornost. Dohodnuté výpočty nebo postup zkoušky mohou prokázat výdrž transformátoru namáháním. Zkratová typová zkouška může být při objednávání dohodnuta mezi dodavatelem a zákazníkem. [16]

Charakteristiky izolace a zkušební hodnoty

Při návrhu a zkoušce izolace se dodržují izolační hladiny uvedené v **ČSN EN 50329** v příloze B. Hodnoty uvedené v tabulce jsou převzaty z:

- **ČSN EN 60076-3 ed. 2** pro napětí vyšší než 52 kV;
- **ČSN EN 50124-1 ed. 2** pro trakční napětí. [16]

Výkonnostní štítek

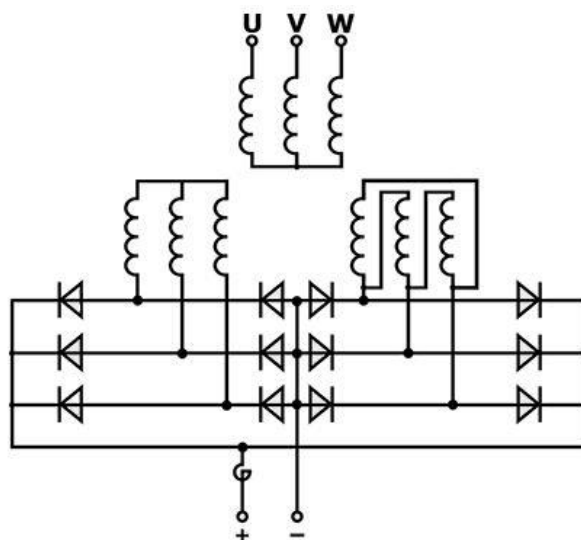
Platí požadavky dle:

- **ČSN EN 60076-1;**
- **ČSN EN 60076-11 ed. 2.**

Stanovují informace, které mají být uváděny ve všech případech. Jedná se například o druh transformátoru (pro měniče, střídače, autotransformátor aj.), způsob chlazení, třída izolace, proud naprázdno, nárazový proud, účinník při zkratu, schéma zapojení aj. [16]

4.4.4 Usměrňovací skupina

Soubor zařízení skládající se z usměrňovače a trakčního transformátoru, který musí být umístěny v kobkách, skříních nebo krytých stáních. Vstupní dveře kobky nebo skříně musí být vybaveny dveřním kontaktem, aby zabránily dotyku s živými částmi. Dveřní kontakt kobky usměrňovače je situován dle jeho působení zajišťující vypnutí usměrňovací skupiny na straně AC a DC. [10]



Obr. 9 Schéma usměrňovací skupiny 3 kV [27]

4.4.5 Ochrany napájecích zařízení

Řídí se základními zásadami ochrany před úrazem elektrickým proudem.

Napájecí transformátor VN musí být chráněn dle stanovení příslušných norem:

- rozdílovou ochranou společně s nadproudovou časově nezávislou ochranou a časovým článkem;
- kostrovou ochranou.

Normy zabývající se touto problematikou jsou:

- **ČSN 33 3051 Ochrany elektrických strojů a rozvodných zařízení;**
- **ČSN EN 50522 Uzemňování elektrických instalací AC nad 1 kV;**
- **ČSN EN 61936-1 Elektrické instalace nad AC 1 kV – Část 1: Všeobecná pravidla.**

VN rozvodna musí být chráněna nadproudovou časově nezávislou ochranou, která je v napájecích zařízeních nastavována selektivně. [10]

Usměrňovací skupina se chrání proti přetížení, vnitřnímu zkratu a zkratu na DC přípojnících několika typy ochrany:

- nadproudovou časově nezávislou a mžikovou ochranou;
- ochranou průrazu diod;
- zemní ochranou;
- tepelnou ochranou transformátoru, pokud je jeho konstrukce k tomu vhodná.

Dále musí být jištěná proti vlivům přepětí a dle stanovených podmínek výrobce. Napájecí zařízení se chrání před účinky přepětí podle normy **ČSN EN 50124-2 ed. 2**. Při výběru ochrany se bere ohled na koordinaci izolace a požadované jmenovité impulsní napětí U_{NI} . Ochrana proti přepětí se umísťuje na místa, na kterých zajistí správnou funkci, bezpečnou údržbu a při působení nesmí ohrozit bezpečí osob a věcí. Mezi ochrany proti přepětí používané v trakčních systémech patří svodiče přepětí, bleskojistky, omezovače přepětí apod. [10]

Rozvod DC proudu se chrání dle druhu provozu nebo dráhy:

- nadproudovou mžikovou ochranou;
- vazbou napáječů;
- kombinovanou ochranou (sloučením předchozích dvou typů);
- příslušných provozních předpisů.

Nezbytnou součástí napájecích zařízení jsou zemní ochrany. Dělí se na:

- napěťová;
- proudová. [10]

Napěťová zemní ochrana musí zapůsobit při překročení hodnoty poruchového napětí ≤ 50 V mezi chráněnými neživými kovovými částmi a pomocným zemničem. Připojuje se přes ochranný odpor na pomocný zemnič, jehož hodnota nesmí být větší než 10Ω (určuje výrobce). [10]

Proudová zemní ochrana musí zapůsobit při překročení hodnoty poruchového proudu mezi chráněnými neživými částmi a zpětným vedením DC trakčního obvodu. Proudová zemní ochrana se připojí na zpětné vedení pomocí dvou izolovaných vodičů o průřezu 95 mm^2 , přechodný odpor nesmí překročit hodnotu $0,1 \Omega$.

Obě tyto ochrany musí při jejich činnostech za všech okolností vypínat všechny trakční transformátory a rychlovypínače. [10]

4.4.6 Zařízení vlastní spotřeby

Pomocná zařízení se napájí zajištěním dvěma nezávislými zdroji, přičemž alespoň jeden z nich musí být připojen přes transformátor VN/NN.

Způsobem, kterým se napájí a chrání před úrazem elektrickým proudem, se přihlíží k normám:

- ČSN EN 50122-1 ed. 2;
- ČSN 34 1500 ed. 2;
- ČSN 33 2000-4-41 ed. 2.

Nezávislým zdrojem jsou například dva transformátory VN/NN, kde každý z nich je napájen z jiného energetického přívodu napájecího systému. Přívod vlastní spotřeby se dimenzuje pro napájení technologické spotřeby (ovládání přístrojů, větrání aj.). [10]

4.4.7 Zpětné vedení

Odvádí zpětný trakční proud od elektrického drážního vozidla zpět do napájecích systémů. Pro odvod zpětného trakčního proudu se využívá kolejnic, ke kterým se zpětný pól napájecího systému připojuje zpětným kabelovým vedením nebo venkovním zpětným vedením.

Na elektrizovaných dvou a vícekolejných tratích se zpětné vedení musí připojit ke všem kolejím, a to u kolejí:

- bez kolejových obvodů ke všem kolejnicím hlavních kolejí;
- s jednopásovými kolejovými obvody ke všem trakčním kolejnicím hlavních kolejí;
- dvoupásovými kolejovými obvody na středy stykových transformátorů všech hlavních kolejí.

Kolejové obvody se doporučuje navrhovat tak, aby připojení zpětného trakčního vedení ke všem hlavním kolejím bylo v jednom místě a v optimální vzdálenosti od napájecího systému.

4.4.8 Vazba napáječů

Zajišťuje současné vypnutí napáječových vypínačů dvou sousedících napájecích zařízení, které napájí oboustranně stejný elektrický úsek trakčního vedení. Vazba napáječů musí minimálně splňovat tato kritéria:

- zajištění vypnutí chráněného úseku ze všech stran v případě zkratu nebo poklesu napětí na hodnotu v rozmezí $(70 \div 35) \%$ jmenovitého napětí DC trakční soustavy;
- vypnutí oboustranně chráněného úseku i při ztrátě pomocného napětí vazby napáječů;
- znemožnění zapnutí vypínače, jestliže nebyla odstraněna příčina, která způsobila vypnutí;
- vazba napáječů musí být umožněna i v případě, je-li některý rychlovypínač nahrazen záložním;
- konstrukce vazby napáječů musí umožnit její vyřazení z činnosti.

Její konstrukce by měla být provedena tak, aby umožnila po jejím vyřazení samočinné přepnutí ochran na jiné, předem nastavené hodnoty. [10]

4.4.9 Uložení kabelů

Zaústěné zabezpečovací a sdělovací kabely do napájecích zařízení a jejich ochrana před vlivem DC a AC elektrické trakční soustavy musí odpovídat:

- ČSN EN 50162;
- ČSN EN 50122-2;
- ČSN 03 8350;
- soubor norem (ČSN 03 8370 až 73).

Kabely s kovovými pláště nebo stíněním uloženými v zemi musí být chráněny před účinky bludných proudů. Doporučuje se používat kabely s plastovou izolací pro vnější kabelový rozvod a jejich uložení se provádí dle:

- ČSN 03 8350;
- ČSN 03 8371;
- ČSN 33 2000-5-52.

Pro vnitřní kabelový rozvod musí být kabely s plastovou izolací použitý a jejich uložení musí odpovídat ČSN 33 2000-5-52. Dimenzování a jištění vodičů a kabelů musí odpovídat ČSN 33 2000-5-52 ed. 2.

Kabelový rozvod provedený kabely s ochranným kovovým pláštěm nebo stíněním je zapotřebí při vstupu do napájecího zařízení izolovat od stěn, podlah, uzemnění i ostatního vnitřního zařízení na napětí, které je rovno nejvyššímu jmenovitému napětí trakční soustavy, aby se zabránilo poškození kabelů při jejich spojení s uzemňovací soustavou napájecího zařízení. [10]

4.5 Provoz trakční měnirny při poruše jedné části

Nejčastěji dochází k poruchám na oboustranném napájení trakční sítě. V případě poruchy trakční měnirny lze její výkon přenést na sousední trakční měnirny. Na tomto trakčním výkonu, který vytváří hnací vozidlo tohoto vlaku, je závislá velikost proudu, který představuje časový průběh zatížení napájecích stanic.

Tento proud je odebírán z měřírny při jízdě vlaku v napájeném napájecím úseku. Následkem rozdělení trakčního výkonu mezi sousední měřírny při poruše jedné části se přehodnotí využití výkonu dle následujících koeficientů:

- součinitel zatížení měřírny;
- součinitel instalovaného výkonu měřírny;
- součinitel rezervy. [21]

4.5.1 Součinitel zatížení měřírny

Součinitel zatížení měřírny c_α charakterizuje stupeň rovnoměrnosti výkonového zatížení měřírny. Zmenšující se hodnota součinitele signalizuje zvyšující nerovnoměrnost časového zatížení měřírny. Vypočte se dle vztahu:

$$c_\alpha = \frac{P_s}{P_{max}}$$

kde:

P_s střední časová hodnota zatížení měřírny [MW]

P_{max} maximální hodnota zatížení měřírny [MW]

Střední časová hodnota zatížení měřírny se obecně stanoví vztahem:

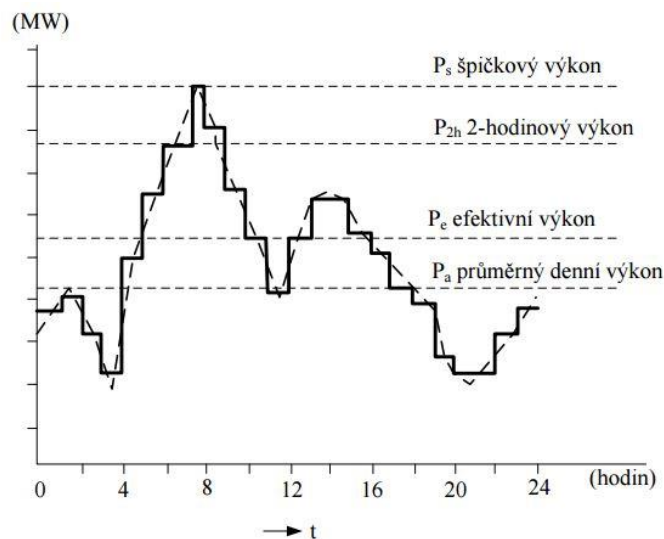
$$P_s = \frac{1}{t_n - t_1} \int_{t_1}^{t_n} P(t) dt \text{ [MW]}$$

kde:

t_1 doba počátku sledovaného období [s]

t_n doba konce sledovaného období [s]

$P(t)$ okamžitá hodnota výkonu měřírny [MW] [21]



Obr. 10 Příklad denního průběhu zatížení trakčního napájecího zařízení [25]

4.5.2 Součinitel instalovaného výkonu měnírny

Součinitel instalovaného výkonu měnírny c_β charakterizuje využití instalovaného výkonu měnírny. Vypočte se dle:

$$c_\beta = \frac{P_s}{P_{US}} = \frac{P_s}{n_{UC} \cdot P_{Unx}}$$

kde:

P_{UC}	jmenovitý výkon všech instalovaných usměrňovacích jednotek [MW]
P_{Unx}	jmenovitý výkon jedné usměrňovací jednotky [MW]
n_{UC}	počet instalovaných usměrňovacích jednotek [n]

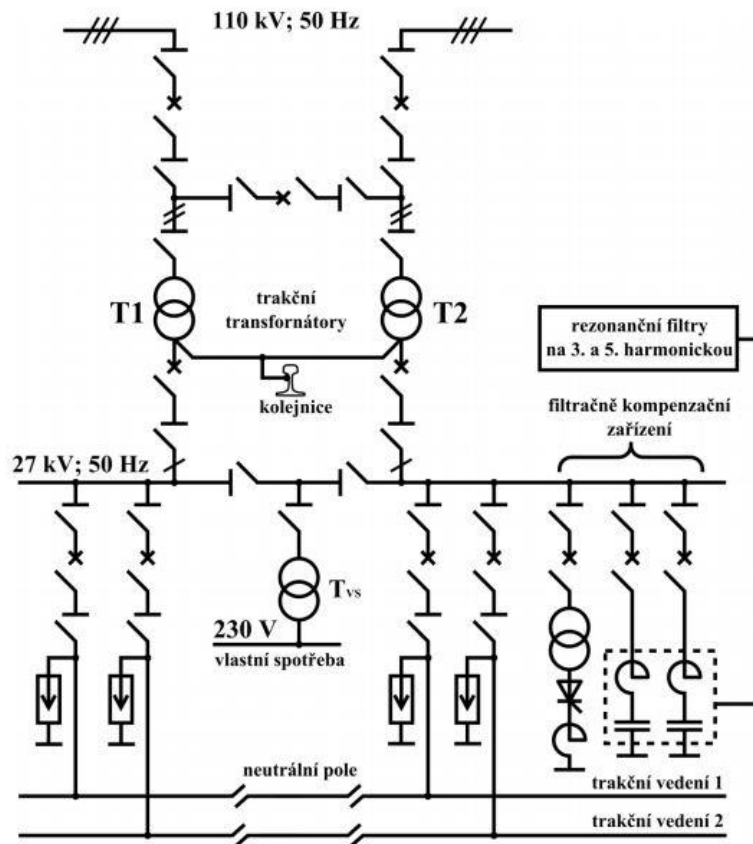
4.5.3 Součinitel rezervy měnírny

Součinitel rezervy měnírny c_γ charakterizuje rezervu při požití měnírny. Vypočte se dle:

$$c_\gamma = \frac{c_\alpha}{c_\beta}$$

4.6 Trakční transformovny

Požadavky na trakční transformovny se zabývá opět norma ČSN 33 3505 ed. 2 a uvedeme si základní požadavky na jejich provoz.



Obr. 11 Obecné schéma trakční transformovny [30]

4.6.1 Všeobecné požadavky

Trakční transformovny se dělí podle provedení a způsobu napájení na:

- stabilní;
- převozná, kontejnerová;
- podpůrná.

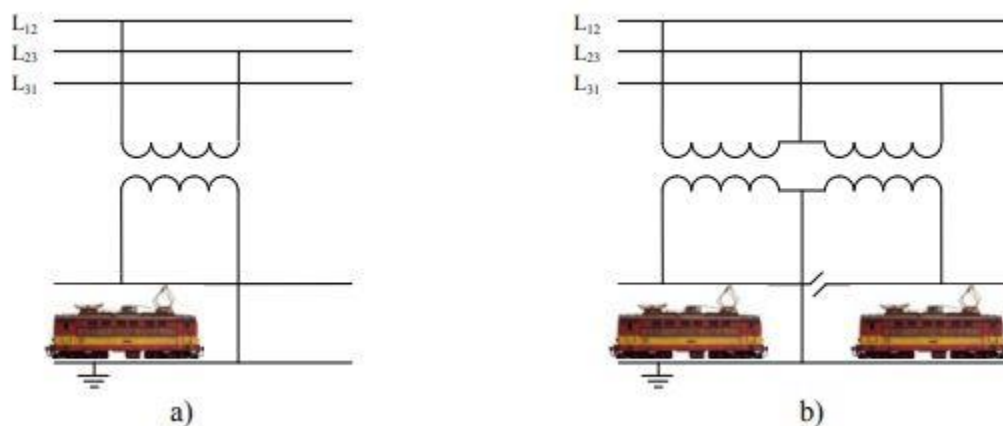
A dále podle způsobu řízení na:

- ústředně řízené;
- dálkově řízené;
- místně řízené.

Ústřední řízení TT se řídí ustanoveními dle kapitoly 5 normy **ČSN 33 3505 ed. 2**. Místní řízení VN přístrojů je možné pouze po dohodě s řídicím stanovištěm elektrodispečera. [10]

4.6.2 Způsoby připojování trakčních transformoven

Jsou-li v trakční transformovně instalovány dva trakční transformátory připojené na stejnou fázi, je nutno vyloučit trvalý paralelní chod. Při přepínání trakčních transformátorů na připojených na shodné fáze bez přerušení napájení trakčního vedení je umožněn krátkodobý paralelní chod do 12 s. [10]



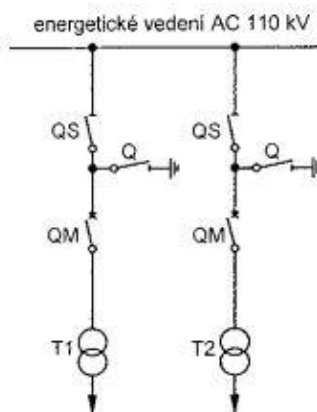
Obr. 12 Způsoby připojení střídavé trakce a) T-připojením b) V-připojením [30]

Pokud trakční transformovna napájí jen jeden traťový úsek, použije se výše znázorněné T-připojení.

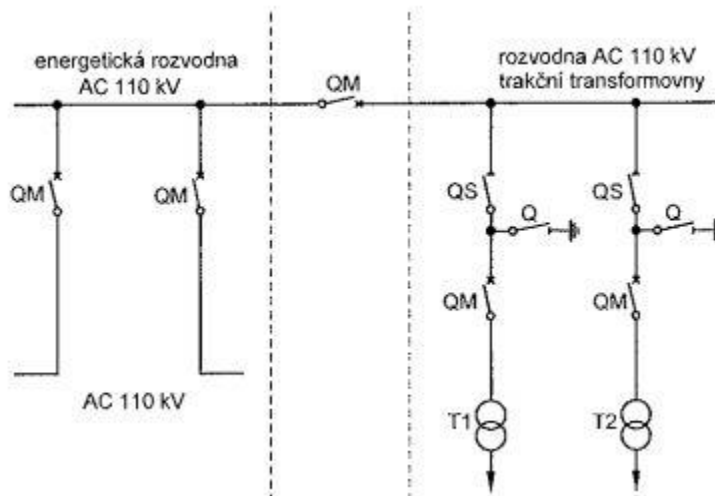
Ovšem trakční transformovna může napájet každým trakčním transformátorem jeden traťový úsek, proto je každý z transformátorů připojen k dvěma různým fázím. Toto zapojení pak znázorňuje V-připojení na obrázku výše. [30]

Mezi konce napájení dvou trakčních transformátorů musí být na trakčním vedení vloženo elektrické dělení na sdružené napětí. Fáze se řadí tak, aby bylo umožněno vstřícné sepnutí sousedních trakčních transformoven. [10]

Trakční transformátory se na vstupní straně zapínají, pokud je výstupní strana vypnuta, tedy bez zatížení. Proto musí být při vypnutí vstupní straně vypnuta i strana výstupní. [10]



Obr. 13 Připojení rozvodny AC 110 kV trakční transformovny na energetickou síť AC 110 kV [10]



Obr. 14 Připojení rozvodny AC 110 kV trakční transformovny na energetickou rozvodnu AC 110 kV [10]

4.6.3 Ochrany trakční transformovny

Ochrany se budou řídit ustanoveními uvedené v **kapitole 5** a dále jsou uvedeny v normě ČSN 33 3505.

Systém ochrany proti zkratu a přetížení musí respektovat nesinusový časový průběh proudu odebíraný z trakčních transformoven. Při zkratech na trakčním vedení jej musí vypínače odpojit nejpozději do 0,6 s. Zkraty vzdálené od trakční transformovny do jedné pětiny až jedné čtvrtiny celkové délky mezi trakční transformovnou a spínací stanicí, musí být vypnuty bez časového zpoždění ochrany.

Trakční transformovny se doporučuje chránit přímo a nepřímo.

Přímo na vstupní a výstupní straně například zemní kostrou ochranou před průrazem vinutí na kostru a přepětovou ochranou. Nepřímo potom termostaty a teploměry. Další způsoby jsou opět uvedeny v normě. [10]

4.6.4 Měření

Každá trakční transformovna musí být vybavená okamžitými nebo registračními měřicími přístroji. Měřicí přístroje se mohou instalovat v místě měření, jako je například rozváděč nebo na hlavním ovládacím panelu v dozorně.

Měření se provádí na přívracích AC 110 kV trakční transformovny, ve které se měření napětí, proud a výkony. Podrobnosti jsou opět uvedeny v normě. [10]

4.6.5 Uzemnění

Na uzemňovací soustavu se musí připojit zpětný pól trakčního transformátoru, který je spojen s kolejnicovým vedením. Pokud použijeme zemní kostrovou ochranu trakčního transformátoru, musí být nádoba transformátoru izolována od základu a propojena přes zemní kostrovou ochranu se zemní soustavou transformovny. [10]

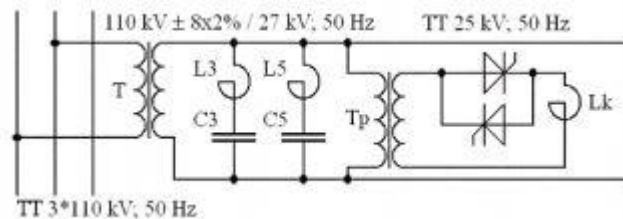
4.6.6 Převozná trakční transformovna

Pro převoznou transformovnu platí stejná ustanovení jako pro transformovnu stabilní. Požadovaný rozsah vybavení a způsob připojení se dohodne mezi provozovatelem, výrobcem a dodavatelem elektrické energie. [10]

4.6.7 Filtračně kompenzační zařízení

Toto zařízení se buduje z důvodu kompenzace nevyhovujícího účinníku odběru elektrických hnacích vozidel, dále pak snížení vlivu vyšších harmonických na napájecí síť a dekompenzace kapacitního charakteru trakčního vedení v nezatíženém stavu.

Účel tohoto zařízení je podrobně popsán opět v normě **ČSN 33 3505 ed. 2** spolu se složením tohoto zařízení a jeho ochrany. [10]



Obr. 15 Zapojení filtračně kompenzačního zařízení [34]

4.6.8 Uložení kabelů

Pro kabelový rozvod se doporučuje použití kabelů s plastovou izolací a uložení těchto kabelů musí odpovídat:

- **ČSN 03 8350;**
- **ČSN 03 8371;**
- **ČSN 33 2000-5-52 ed 2.**

Dimenzování a jistění vodičů a kabelů musí splňovat požadavky **ČSN 33-2000-5-52 ed. 2.**

Napájecí a zpětné kabely jsou součástí trakčního vedení. [10]

5 Základní ochranná opatření napájecích zařízení drážních systémů

5.1 Ochranná opatření před úrazem elektrickým proudem

Napájecí zařízení drážních systémů musí splňovat základní požadavky na ochranu před úrazem elektrickým proudem. Mezi základní ochranná opatření před úrazem elektrickým proudem patří:

- ochrana proti přímému dotyku (živé části – trvale pod napětím);
- ochrana proti nepřímému dotyku (neživé části – při poruše pod napětím). [7]

5.1.1 Ochranná opatření proti přímému dotyku

Živé části trakčních zařízení a vedení jsou trvale pod napětím a nachází se na veřejně přístupných místech, takže musí být stanoveny takové typy ochrany, které zabrání nahodilému i úmyslnému dotyku. Mezi ochranná opatření živých částí trakčních zařízení s jmenovitým napětím do AC 1 kV a DC 1,5 kV patří:

- ochrana vzdušnou vzdáleností;
- ochrana zábranou;
- izolací. [7]

Ochrana vzdušnou vzdáleností

Na stanovištích musí být znemožněn osobám přímý dotyk se živou částí.

Tyto vzdálenosti musí být dodrženy při všech teplotách a okolnostech elektrického a mechanického namáhání. Správce infrastruktury má právo stanovit větší vzdušné vzdálenosti nebo menší velikosti ok zábrany. Tato ochrana nemusí být provedena v případě, že jsou učiněná opatření, která zajistí samočinné odpojení od napájení. [7]

Ochrana zábranou

Pokud není možné dodržet podmínky pro ochranu vzdušnou vzdáleností, zařadí se ochrana zábranou. Rozměry zábran jsou v takovém rozpoložení, aby nebyly v přímém dosahu osob se živými částmi. V případě, že je zábrana zhotovená z vodivého materiálu, musí splňovat kritéria uvedené v další kapitole. [7]

Ochrana izolací

Elektrická zařízení musí vyhovovat podmínkám určených pro základní a přídatnou izolaci. Základní izolace slouží k správnému chodu zařízení i v případě výskytu přepětí, přičemž dvojité izolace slouží k ochraně před úrazem elektrickým proudem. [7]

5.1.2 Ochranná opatření proti nepřímému dotyku

Opatření proti nepřímému dotyku musí být zhotovená pro neživé části a pro složky systému trakčního vedení. Abychom dosáhli elektrické bezpečnosti v trakčních soustavách, je nejvhodnější způsob ochrany spojení se zpětným obvodem.

Zpětný obvod je soustava vodičů, která slouží k přenosu zpětného trakčního proudu. Zpětný trakční proud je suma proudů vracejících se do napájecího systému nebo vozidla při rekuperačním brzdění. [7]

Ochrany před nebezpečným dotykem neživých částí u trakčních zařízení do 1 kV se řeší dle:

- ČSN 33 2000-4-41 ed. 2;
- ČSN EN 61140 ed. 3.

Trakční zařízení s napětím nad AC 1 kV a DC 1,5 kV se chrání těmito ochranami:

1) Ochrany základní:

- a) samočinné odpojení od zdroje. Podmínkou správné činnosti je:
 - ochrana ukolejněním nebo
 - ochrana zemněním;
- b) ochrana izolací.

Ochrana ukolejněním

Spočívá ve vodivém spojení neživých částí se zpětným kolejnicovým vedením při současném zajištění samočinného odpojení vadné části nebo úseku trakčního vedení od zdroje. [10]

Ochrana uzemněním

Spočívá ve spojení všech neživých částí a ostatních vodivých částí se zemí, při současném zajištění automatického odpojení poškozené části nebo úseku od zdroje.

Dovolené dotykové a přípustné napětí musí odpovídat hodnotám stanovených v **ČSN EN 50122-1**. [10]

Ochrana izolací

Používá se tehdy, nelze-li běžnými prostředky při ochraně uzemněním nebo ukolejněním dosáhnout dotykových a přístupných napětí dle **ČSN EN 50122-1**. V tomto případě lze pro zajištění bezpečnosti osob neživou částí opatřit izolací, přijatelnou pro zkušební napětí. [10]

2) Ochrany doplňkové:

- a) ochrana polohou;
- b) ochrana zábranou;
- c) ochrana uvedením na stejný potenciál.

Ochrana zábranou

Spočívá v zabránění nebo znemožnění dotyku, případně přiblížení k neživým částem. Zábrany mohou být odstraněny bez užití klíče nebo nástroje, ale musí být zajištěny tak, aby se zabránilo jejich neúmyslnému odstranění. [10]

Ochrana polohou

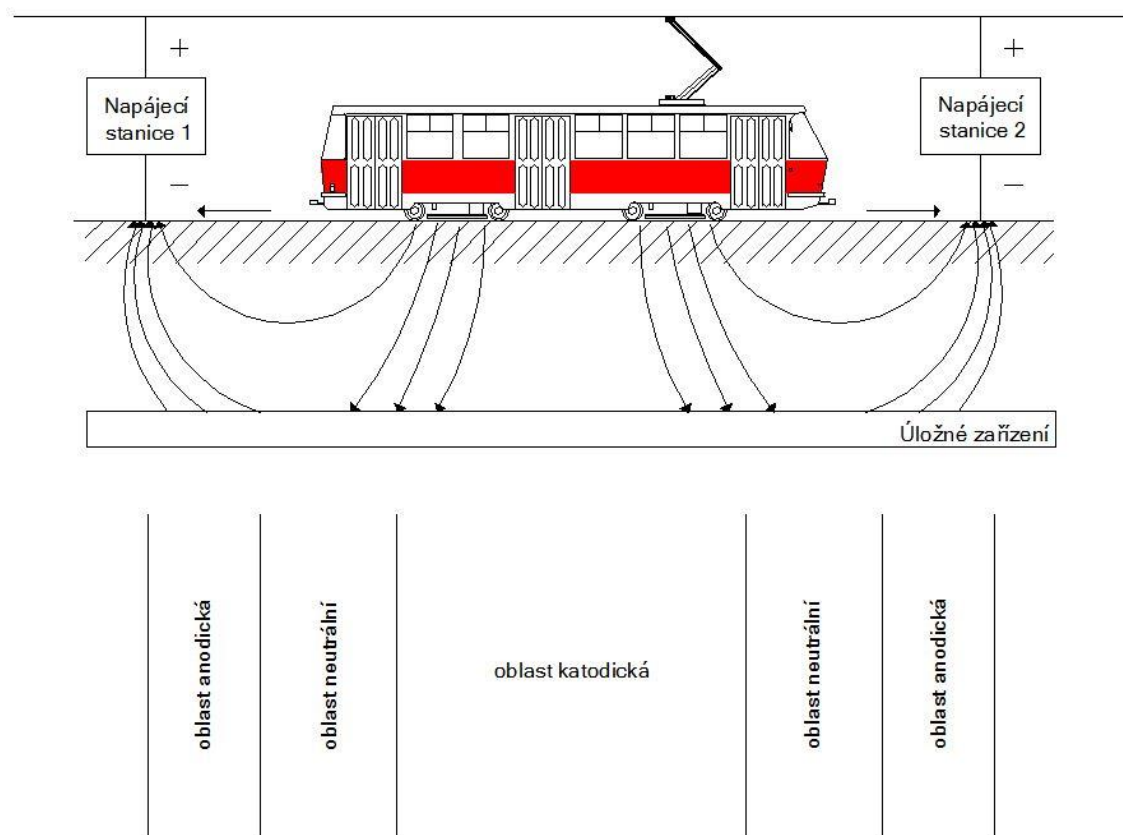
Spočívá v takovém umístění chráněných neživých částí, aby byl nemožný dotyk bez použití zvláštních pomůcek. [10]

Ochrana uvedením na stejný potenciál

Spočívá ve vzájemném pospojování všech neživých částí přívodního vedení a ostatních vodivých částí, včetně kovového stanoviště. Pokud je stanoviště vodivé, musí se potenciál tohoto stanoviště uvést na potenciál pospojovaných částí např. ocelovým armováním v betonové podlaze. [10]

5.2 Ochranná opatření proti působení bludných proudů

Bludné proudy jsou části trakčního proudu, které protékají jinými cestami než zpětným obvodem. Zdrojem bludných proudů jsou pouze DC soustavy. Hlavním důsledkem působení bludných proudů jsou korozní účinky mající za následek poškozování kovových konstrukcí, kde bludné proudy tyto kovové konstrukce opouštějí. Zde vzniká riziko přehřívání, vzniku elektrického oblouku a jeho hoření a následně nebezpečí pro osoby pohybující se uvnitř drážního nebo trolejbusového systému. Problematikou bludných proudů se zabývá **ČSN EN 50122-2** a nebude dále rozebrána. [8]



Obr. 16 Schéma obvodu trakčního proudu u stejnosměrné trakční proudové soustavy [18]

5.3 Ochrany před přepětím

Podmínky ochrany před přepětím stanoví **ČSN 34 1500**. Elektrická trakční zařízení se chrání před účinky přechodných přepětí dle **ČSN EN 50124-2**. Při volbě těchto ochrany se uvažuje celý trakční obvod s tímž provozním napětím a přihlíží se ke koordinaci izolace a požadovanému impulsnímu napětí dle **ČSN EN 50124-1**. Poloha a umístění přepětových ochrany musí zajistit jejich správnou funkci, bezpečnou údržbu a při zapůsobení nesmí ohrozit bezpečnosti osob a věcí. [10]

Druhy ochrany před přepětím

Pro volbu ochrany platí:

- **ČSN 50124-2 ed.2;**
- **ČSN 38 0810.**

Používají se svodiče přepětí, bleskojistky s nelineárními odpory a jiskřišti, bezjiskřišťové omezovače přepětí atd. [10]

Umístění ochrany před přepětím

Umísťují se v místech změny impedance vedení.

U napájecích systémů celostátních a regionálních drah se ochrany před přepětím nasazují:

- na vstupní straně dle **ČSN 38 0810;**
- na vývody venkovních vedení, kde je zapotřebí umístit svodiče přepětí nebo omezovače přepětí.

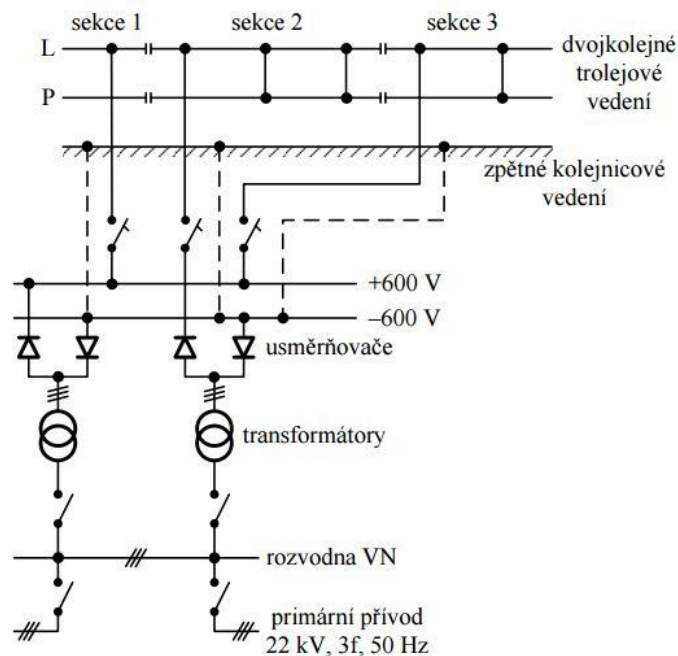
- na konce vedení, které jsou delší než 100 m;
- v místech přechodu kabelových napájecích vedení na venkovní vedení.

6 Trakční měnírny pro tramvajové a trolejbusové dráhy

Vhodnou technickou normalizací pro stávající nebo nově projektované trakční měnírny tramvajových a trolejbusových drah jsou:

- ČSN 37 6750 Trakční měnírny pro tramvajové a trolejbusové dráhy
- ČSN 33 3516 Předpisy pro trakční vedení tramvajových a trolejbusových drah
- ČSN 37 6754 Projektování trakčního vedení tramvajových a trolejbusových drah

Měnírny pro městskou hromadnou dopravu jsou připojeny k síti 22 kV/50 Hz a dodávají drážním vozidlům městské hromadné dopravy napětí o velikosti 600 V (popř. 750 V).



Obr. 17 Schéma napájení městských sítí 600 V, nebo 750 V [25]

Dělí se dle stejného provedení, jak měnírny pro dráhy celostátní, regionální a vlečky, s tím rozdílem, že pro měnírny tramvajové a trolejbusové dráhy se používají tyto typy:

- diodová měnírna;
- tyristorová měnírna. [19]

Diodová měnírna

Provádí se v kobkovém provedení s vakuovými vypínači, trakčními transformátory s diodovou DC technologií. Z jejich výstupu je napájena DC přípojnice 660 V, ze které se přes rychlovypínače napájí jednotlivé úseky s odpojovači kabelových vývodů. V případě poruch nebo odstávek zařízení umožňují přípojnicové odpojovače a odpojovače v podélném dělení variabilní zapojení napájení. [19]

Tyristorová měnírna

Provádí se ve skříňovém provedení s plynovými vypínači, trakčními transformátory a DC tyristorovou technologií. Výstup z tyristorových usměrňovačů připojen přímo na sekce odpojovačů vývodových kabelů. Zde se vypouští nutnost použití rychlovypínače. Ochrana při poruše na vývodu je zajištěná spínací logika

tyristorů, kdy při výskytu nadproudů ve vývodu dojde k působení ochranného relé k zablokování spínacích impulsů pro tyristory, čímž je zabráněno dalšímu průchodu nadproudu. Důležité je brát zřetel na to, že se nejedná o přímé vypnutí nadproudu tyristoru. [19]

Provedení a paralelní spolupráce měření

Navrhují se tak, aby splňovaly požadavky na nepřerušovanou dodávku elektrické energie a předpoklady na pracovní a požární bezpečnost, včetně i požadavků na zdraví.

Pro paralelní chod měření musí být výsledný hodinový úhel sekundárních stran transformátorů neřízených měničů shodný. Měření s řízenými usměrňovači umožňují paralelní chod. [12]

6.1 Hlavní části měření

Měření jsou složeny z těchto hlavních částí:

- trojfázový rozvod vysokého napětí;
- usměrňovací skupina;
- stejnosměrný rozvod;
- záložní zařízení;
- pomocná zařízení. [12]

6.1.1 Trojfázový rozvod vysokého napětí

Zahrnuje všechna zařízení od vstupu přívodního vedení energetické sítě do měření až po svorky vstupní strany usměrňovacího transformátoru. Připojení rozvodny na střídavou energetickou síť lze uskutečnit jedním přívodem u měření, u kterých při vyřazení tohoto přívodu z provozu je zajištěno napájení příslušné oblasti při dodržení následujících podmínek:

- napětí v jakémkoliv místě trolejového vedení neklesne pod 400 V;
- oteplení vodičů trakčního vedení nepřekročí dovolenou mez;
- doprava bude v plném rozsahu zachována náhradním napájením z jiné měřírny;
- náhradní napájení je spolehlivě jištěno prostřednictvím ochrany, jejichž nastavení souhlasí s nově vzniklými podmínkami.

Přívody v měření (i když je napájena z blízké energetické rozvodny) se jistí výkonovými vypínači. Ochrany v přívodech se nastavují dle provozního proudu celé měřírny společně s provozní přetížitelností. Územně příslušný krajský energetický podnik rozhodne o nastavení hodnot.

Vývody vedoucí k usměrňovacím transformátorům musí být opatřeny výkonovými vypínači a musí být jištěny okamžitě působícím zkratovým relé. Zde se doporučuje použít i relé s časovým zpožděním působícího při přetížení. Vývody vedoucí k transformátorům vlastní spotřeby mohou být k připojenému výkonu jištěny výkonovými pojistkami a opatřeny odpínačem nebo odpojovačem (záleží na velikosti transformátoru). Sekundární vývod transformátoru vlastní spotřeby musí být jištěn ochranou před přetížením. [12]

6.1.2 Usměrňovací skupina

Zahrnuje veškerá zařízení od svorek vstupní strany usměrňovacího transformátoru až po výstupní svorky usměrňovací skupiny. Ochrana před přetížením usměrňovací skupiny musí být volena tak, aby nebyly překročeny meze přetížitelnosti, které udává výrobce. Olejové transformátory o výkonu vyšším než

700 kVA musí být opatřeny plynovými relé. Měnič je nutno opatřit usměrňovacími skupinami dle třídy zatížitelnosti III, V, nebo VI. [12]

6.1.3 Stejnosměrný rozvod

Zahrnuje všechna zařízení od výstupních svorek usměrňovací skupiny až po výstup napáječů a zpětných vedení z měničů (kabelová koncovka nebo průchodka venkovního vedení). Napáječe měničů s neřízenými měniči musí být vybaveny napáječovým vypínačem s nadproudovou ochranou. Napáječovými vypínači se nevybavují měničy s řízenými měniči a odejmutím impulsů tyristorů je zařízení pouze vypnuto.

Veškeré trakční vývody z měničů musí být opatřeny odpojovači a ampérmetry (ampérmetr se stupnicí s nulou uprostřed). U trolejbusových drah s izolovanou soustavou vystačí ampérmetry v jednom pólu. Trakční vývody je doporučeno vybavit zařízeními na měření odporu linky a pro automatické opětné zapínání.

Z důvodu snížení možnosti vzniku bludných proudů se doporučuje napájet pouze ty úseky, které spolu sousedí nebo jsou propojeny kolejemi v nejkratším směru. Měničy tramvajových drah musí obsahovat vyrovnávací odpory odváděcích kabelových vedení kolejnicového pólu. [12]

6.1.4 Záložní zařízení

Všechny měničy s více než dvěma usměrňovacími skupinami musí mít pohotovostní zálohu o velikosti největší usměrňovací skupiny v měčnické. Pohotovostní záloha nemusí být instalována, pokud potřebný výkon zachovaného plného provozu v napájeném úseku je při výpadku jedné usměrňovací skupiny možný dodávat do trakční sítě využitím zatížitelnosti ostatních usměrňovacích skupin nebo z jiných měčnick. [12]

6.1.5 Pomocná zařízení

Mohou být napájena ze stejnosměrné nebo střídavé proudové soustavy. Pomocná zařízení, která jsou napájena stejnosměrným proudem, mají obvykle přívod od akumulátorové baterie situované ve stavebně odděleném prostoru. Měčnicka by měla dle doporučení být vybavena dvěma na sobě nezávisle nabíjenými a vybíjenými bateriemi. Pomocná zařízení napájená střídavým proudem mají většinou přívod od vlastního transformátoru nízkého napětí nebo veřejné sítě téhož napětí. Každý vývod ze střídavého rozváděče vlastní spotřeby se jistí individuálně. [12]

6.2 Ochrany měčnick pro tramvajové a trolejbusové dráhy

6.2.1 Ochrany před přepětím

Ochrany před atmosférickým přepětím se provádí dle normy **ČSN 34 1500 ed. 2**. Ochrany před provozním přepětím jsou součástí standardního vybavení výrobků. [12]

6.2.2 Ochrany před nadproudy a zkraty

Nadproudové ochrany se nastavují takovým způsobem, aby největší dovolený proud chráněného zařízení nemohl být následkem přetížení překročen a nastavená hodnota byla nižší než minimální zkratový proud určitých obvodů. Nastavení jednotlivých ochrany musí zaručit selektivní vypnutí zařízení při poruše. Platí:

$$1,1 I_{\max} \leq I_{\text{vyp}} \leq 1,25 I_{\max}$$

$$I_{\text{vyp}} \leq 0,8 I_k [12]$$

6.2.3 Ochrany před nebezpečným dotykovým napětím

Ve střídavé části měření se provádí dle stejných zásad jako v rozvodnách a transformovnách. Platí ustanovení **ČSN 33 2000-4-41 ed. 3** a norem příslušných pro rozvodny a transformovny.

Ve stejnosměrné části měření se ochrana provádí některým z těchto způsobů:

- uzemněním s hlídáním dotykového napětí;
- spojení neživých částí s kolejnicovým pólem. [12]

Uzemnění s hlídáním dotykového napětí

Veškeré neživé části se pospojují a uzemní. Hodnota zemního odporu ochranného uzemnění nesmí překročit hodnotu 2Ω . Hlídání dotykového napětí na neživých částech měřírny zajišťuje napěťové relé.

Jakmile relé zapůsobí, musí dojít k vypnutí střídavých vypínačů všech usměrňovacích skupin, napáječových vypínačů a vypínačů spojovacích kabelů vedoucích k ostatním měřírnam. [12]

Spojení neživých částí s kolejnicovým pólem

Kostrы stejnosměrných rozvaděčů se ukládají izolovaně od země a od ostatních vodivých částí měřírny a propojí se s kolejnicovým pólem, takže při průrazu trolejového pólu na kostrу dojde k rychlému vypnutí zapůsobením nadproudové ochrany. Izolace stejnosměrných rozvaděčů od země a ostatních vodivých částí musí trvale snést napětí 660 V. Hodnota zemního odporu pro pomocný zemnič napěťového relé nesmí být vyšší než 20Ω . Pomocný zemnič musí být vzdálen od společného ochranného uzemnění měřírny nejméně 15 m. Přívod k pomocnému zemniči se ukládá izolovaně vzhledem k ochrannému uzemnění měřírny. [12]

6.2.4 Ochrana před bleskem

Uzemnění hromosvodu lze na trakční měřírnu připojit pouze v případě, kdy hodnota jejího zemního odporu nepřekročí hodnotu 2Ω . [12]

6.2.5 Ochrana před zavlečením napětí

Plynová a vodovodní potrubí musí ve vstupech do měřírny opatřena izolačními vložkami o minimální délce 1 m. [12]

6.2.6 Ochrana před nadměrným oteplením

Transformátory usměrňovací skupiny musí být vybaveny kontaktními teploměry se stupnicí čitelnou z bezpečné vzdálenosti. Je vhodné, aby teploměry odpojily transformátor od sítě při překročení dovolené teploty zařízení a aby toto odpojení bylo opticky a akusticky signalizováno tam, odkud se zařízení ovládá. Doporučuje se namátkově kontrolovat dovolenou teplotu diod polovodičových usměrňovačů, pokud obdobné zařízení již není standardním vybavením usměrňovací skupiny. [12]

6.3 Zvláštní případy umístění měření

Pokud je zapotřebí budovat měřírny nadzemní nebo podzemní v kioskovém provedení, je nutné dodržet tyto podmínky:

- měřírny budou vybaveny pouze polovodičovými usměrňovači;

- hlučnost, mechanické kmitání a vibrace nesmějí překročit hodnotu stanovenou nařízením o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací dle sb. 272/2011;
- použité transformátory usměrňovací skupiny musí být vzduchové nebo s nehořlavým chladičem;
- provoz měřírny musí splňovat podmínky z hlediska rušení telekomunikačních zařízení stanovené **ČSN EN 50121-1 ed.4**.

Zásadně se nedovoluje zřizovat měřírny v obytných budovách. Pokud nastane situace, že je nezbytně nutné vybudovat měřírnu v obytné budově z energetických důvodů, musí být doložena žádost o povolení výjimky:

- návrhem řešení před hlukem a přenosem vibrací;
- akustickým posudkem navrženého řešení;
- souhlasem příslušného orgánu hygienické služby.

Projekt měřírny musí analogicky splňovat podmínky při budování měřírny nadzemní nebo podzemní v kioskovém provedení. Kromě těchto podmínek nesmějí být měřírny budovány v nadzemních podlažích obytných budov nebo ve výškových budovách všeho druhu, tj. v budovách s úrovní nejvyššího podlaží nad 24 m. [12]

6.4 Energetický výpočet měření a trakčního vedení

Energetický a mechanický výpočet vychází z následujících podkladů:

- veškeré parametry o trase zahrnující sklonové parametry, rozmístění zastávek, křižovatky, nadjezdy, tunely aj.;
- údaje o vozidlech zahrnující typové výkresy, technické parametry vozidel včetně sběračů, trakční charakteristiky aj.;
- provozní údaje zahrnující předpokládaný rozsah v normálním a špičkovém provozu, maximální rychlost v jednotlivých úsecích aj.;
- energetické údaje o možnostech a způsobech připojení trakčních zařízení na energetickou síť, předpokládané typy a parametry měření aj.

Předběžný energetický výpočet se provádí již ve stádiu dokumentace:

- k žádosti o vydání územního rozhodnutí;
- k žádosti o vydání stavebního povolení;
- pro realizaci stavby (zde se upřesňuje).

Energetický výpočet lze vypracovat:

- metodou měrných spotřeb;
- simulací provozních stavů navrhovaného úseku počítačovými softwary;
- jinými metodami, které vychází z celodenního výpočtového zatížení úseku. [13]

6.4.1 Zásady energetického výpočtu měření

Energetická trakční zařízení se navrhují tak, aby náklady na výstavbu měření včetně jejich střídavého a stejnosměrného rozvodu byly optimální při soudobém respektování dopravních nároků, provozních ztrát a omezení výskytu a vlivu bludných proudů. Dopravní požadavky udávají počet vozidel v jednotlivých časových úsecích dne, četností rozjezdů, sklonovými poměry na trati, návrhovou rychlostí,

parametry užívaných trakčních vozidel, odklony a nepravidelnostmi provozu linek a výhledem dopravy na 5 až 10 let. Vhodným umístěním měnírny je možné snížit provozní ztráty. Jejich snížení je možno také snížit volbou vhodného typu trolejového vedení. Ochrana úložných zařízení před korozí bludnými proudy se provádí snížením možnosti jejich vzniku správným dimenzováním zpětných vedení, zvětšením přechodového odporu mezi kolejnicovým zpětným vedením a zemí a vhodným rozmístěním připojovacích míst zpětných vedení na bázi důkladného výpočtu. [13]

6.4.2 Rozmístění úseků a měření

Délka jednoho napájecího úseku se doporučuje provést ve vzdálenosti:

- 500 – 800 metrů uvnitř města, v místech s větším počtem zastávek nebo křižovatek a v místech s větším stoupáním;
- 1000 – 1500 metrů mimo centrální městské oblasti, kde je předpoklad pro nepřetržitou jízdu vozidel.

U trolejbusových tratí je možné úseky prodloužit.

Ekonomickým odhadem je nutno posoudit prozatímní určení napájecí oblasti a její rozdělení na úseky pro napájení soustředěné, kombinované nebo rozdělené. Nejvýhodnější návrh se kontroluje dle úbytku napětí, proudového namáhání a minimálních zkratových proudů. Na popud těchto kontrol se učiní případné úpravy návrhu. [13]

6.4.3 Výpočet instalovaného výkonu měnírny

Rozložení zatížení měnírny je myšleno takto:

- nejvyšší denní maximum je kryto zatížitelností individuálních instalovaných usměrňovacích jednotek;
- přetížení v denních maximech je kryto přetížitelností individuálních instalovaných usměrňovacích jednotek;
- extrémní zatížení při mimořádných provozních okolnostech je kryto zatížitelností instalovaných usměrňovacích jednotek a pohotovostní záložní jednotky;
- přetížení při mimořádných provozních okolnostech je kryto přetížitelností instalovaných usměrňovacích jednotek a pohotovostní záložní jednotky. [13]

6.4.4 Výpočet zpětných vedení

U tramvajových drah tvořená zpětnými kolejnicovými a kabelovými vedeními a u drah trolejbusových zpětnými trolejovými a kabelovými vedeními musí být dimenzována tak, aby svým malým odporem umožnila průchod zpětného proudu od vozidel do měnírny. Velikost zpětného proudu je v každém okamžiku rovná velikosti proudu napájecího. Pro omezení výskytu bludných proudů je nutné, aby potenciály míst připojení zpětných kabelů byly zhruba stejné. Toto lze uskutečnit odstupňováním průřezů zpětných kabelů nebo instalováním vyrovnávacích odporů. Průměrný rozdíl potenciálů, který se vypočítá, nesmí být větší než 2 V. [13]

Zpětná kolejnicová vedení

Na tramvajových tratích musí být kolejnice svářeny nebo opatřeny na styčích vodivým měděným spojením. Hodnota elektrického odporu styku musí být menší nebo rovna odporu 2,5 m kolejnice. Příčné

spojení kolejnicových pásů je nutno provádět alespoň za každým desátým stykem nebo dvacátým svarem kolejnic, u kolejových křížení a výhybek a na konci kusých kolejí. Totožné spojení musí být mezi souběžnými kolejnicemi. Nejmenší vodivost příčných spojek musí odpovídat 100 mm² mědi. Vodivost příčného propojení všech kolejnic musí být dvojnásobná v místě připojení zpětných kabelů. U příčných spojení se doporučuje umístit kontrolní skříňky pro kontrolu vodivých propojení (jímky). Úbytek napětí v kolejnicích, vypočtený z celodenního průměrného proudového zatížení úseku trati, nesmí být v koleji dlouhé 10 m s jedním stykem, ale bez výhybek a křižovatek větší než:

- 10 mV pro tramvajové tratě v zastavěném obvodu;
- 15 mV pro tramvajové tratě mimo zastavěný obvod v jízdním pásu nebo pruhu pozemní komunikace;
- 20 mV pro tramvajové tratě na vlastním tělese vyjma zastavěný obvod;
- 5 mV pro tramvajové tratě na ocelové nebo železobetonové konstrukci, přičemž celkový úbytek napětí na celé konstrukci musí být menší nebo rovný 0,5 V.

Přechodový odpor mezi kolejnicí a zemí určuje **ČSN 03 8371**. [14]

Zpětná kabelová vedení

Na kolejnicová vedení jsou připojena bez spínačů. Pro účely měření se v trase kabelového vedení poblíž připojení kabelů ke kolejnicovým vedením zřizují dobře přístupná rozpojitelná místa, s výjimkou kabelových vedení kratších než 100 m. Připojení kabelových vedení ke kolejnicím se uskutečňuje svařováním nebo jinou rovnocennou formou. Kabely zpětného vedení s body připojení rozmístěnými na bázi energetického výpočtu mají být připojeny na kolejnice nejlépe v suché půdě a co nejdál od podzemních úložných zařízení. Úbytek napětí v odváděcích kabelových vedeních nesmí přesáhnout hodnotu 30 V při předpokládaném celodenním průměrném proudovém zatížení. [14]

6.4.5 Největší dovolený proud v kolejích

Vypočítá se ze vztahu:

$$I_{ef\ max} = \frac{2 \cdot \Delta U_{max}}{R_{kol} \cdot k_z}$$

kde:

ΔU_{max}	je maximální dovolený úbytek napětí v koleji ve V/10 m;
R_{kol}	měrný odpor trati v $\Omega/10$ m;
k_z	koeficient závislosti celodenního průměrného proudu úseku a efektivního proudu denní špičky, uvažuje se 0,6 při hustém celodenním provozu

Maximální vzdálenost mezi dvěma místy připojení zpětných kabelů se vypočítá ze vztahu:

$$L_{max} = \frac{I_{ef\ max}}{i}$$

kde i je měrný proud v úseku v A/km. [13]

6.4.6 Minimální zkratový proud

Pro výpočet minimálního zkratového proudu platí:

$$I_{k\ min} = \frac{0,8 \cdot U_o}{R_{max}}$$

kde:

$I_{k\ min}$	je ustálený zkratový proud v elektricky nejvzdálenějším místě napájeného úseku v A;
0,8	koeficient respektující kolísání síťového napětí a případný možný úbytek napětí na oblouku
U_o	nejvyšší napětí sítě se stejnosměrným napětím (napětí měničny naprázdno), 720 V nebo 900 V;
R_{max}	maximální odpor zkratového obvodu v Ω .

Maximální odpor zkratového obvodu je:

$$R_{max} = R_M + R_{NK} + R_{TV} + R_{KOL} + R_{ZK}$$

kde:

R_M	je vnitřní odpor měničny
R_{TV}	odpor napájecích kabelů (viz ČSN 37 6754 tabulky)
R_{TV}	odpor trolejového vedení
R_{KOL}	odpor kolejnicového vedení
R_{ZK}	odpor zpětných kabelů

Vnitřní odpor měničny se vypočítá ze vztahu:

$$R_M = \frac{U_o - U_n}{I_n}$$

kde:

U_o	je napětí měničny naprázdno, 720 nebo 900 V;
U_n	jmenovité napětí měničny, 660 V nebo 825 V;
I_n	jmenovitý stejnosměrný proud nejmenší usměrňovací skupiny v A. [13]

6.4.7 Nastavení nadproudové spouště napáječe

Nadproudová spoušť napáječe se nastavuje na hodnoty:

$$I_{nast} \geq 1,1 \text{ až } 1,25 \cdot I_{p\ max}$$

$$I_{nast} \leq 0,85 \text{ až } 0,9 \cdot I_{k\ min}$$

kde:

$i_{p\ max}$ je maximální provozní proud úseku. [13]

6.4.8 Kontrola úbytku napětí

Nejmenší přípustné napětí v trakční síti je:

- 400 V pro jmenovité napětí 600 V nebo;
- 500 V pro jmenovité napětí 750 V.

Úbytek napětí se stanovuje dle nejnepříznivější polohy vozidel vzhledem k napájecímu bodu a velikosti odebíraného proudu. Doporučuje se navrhovat současný rozjezd dvou tramvajových souprav a čtyř trolejbusových vozidel na direktivní křižovatce spolu s dalším odběrem na konci napájeného úseku. [13]

7 Legislativní postupy při projektování a rekonstrukce napájecích zařízení drážních systémů

V souladu s **kapitolou 3** je nutné dodržovat státem stanovené předpisy. Pokud chceme provozovat dráhu, musíme respektovat legislativu, vztahující se k dráhám a jejich specifikacím. Vyhlášky jsou:

- **Vyhláška 146/2008 Sb. o rozsahu a obsahu projektové dokumentace;**
- **Vyhláška 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb.**

Naproti tomu je nutné dodržovat směrnice organizace, mezi které patří:

- **Směrnice SŽ 11/2006 - Dokumentace pro přípravu staveb na železničních drahách celostátních a regionálních včetně příloh;**
- **Směrnice SŽ 11/2005 - Zásady modernizace a optimalizace vybrané železniční sítě ČR.**

Je dobré si uvědomit, že všechny vyhlášky, zákony a směrnice rozdělují jednotlivé stavební a technologické části do úseků dle označení A – I, přičemž tyto různé směrnice pro různé stupně projektové dokumentace udávají rozdíly pouze pro písmeno D a další písmena nemusí obsahovat. Základní členění projektové dokumentace vypadá takto:

- a) Průvodní zpráva;
- b) Souhrnná technická zpráva;
- c) Situační výkresy;
- d) Dokumentace objektů;
 - technologická část;
 - stavební část;
- e) Směrnice organizace výstavby;
- f) Náklady stavby;
- g) Doklady;
- h) Geodetická dokumentace.

Rozsah jednotlivých částí odpovídá druhu a významu stavby, jejímu umístění, využití, vlivu na životní prostředí a době trvání.

Dále se tento rozsah člení dle toho, v jakém projekčním stupni se stavba nachází. V dalších kapitolách si rozebereme, jaké části a změny obsahují jednotlivé, na sebe navazující stupně projektové dokumentace.

Před samotným rozebráním jednotlivých stupňů projektové dokumentace si dle písmene D) rozdělíme parametry pro napájecí zařízení.

Členění technologické částí spadá pod:

D.3 Silnoproudá technologie včetně DŘT

D.3.3 Silnoproudá technologie trakčních napájecích stanic (měnících, trakčních transformoven)

Členění stavební částí spadá pod:

E.3 Trakční a energetická zařízení

E.3.2 Napájecí stanice (měnící, trakční transformovna) – stavební část. [6]

7.1 Stupně projektové dokumentace

V ČR je realizační záměr jakéhokoliv systému složitý a tvorba jeho realizace zabere spoustu času. Před

zahájením jakékoliv realizace musí být obeznámeny veškeré instituce a musí splňovat všechna kritéria, které tyto instituce požadují. U SŽ je tento systém obsáhlejší a musí být provedeny veškeré právní kroky, které ujímají své místo ve formě několika projekčních stupňů. V následujících podkapitolách si rozebereme jednotlivé projekční stupně, které musí být vypracovány.

Všechny tyto stupně musí příslušné společnosti vysoutěžit a následně v předem dohodnutém termínu vypracovat společnosti, které jsou smluvním partnerem SŽ.

Součástí všech vypracování jsou vstupní, profesní a závěrečné porady, při kterých se prezentuje návrh technického řešení.

7.1.1 Záměr projektu (ZP)

Záměr projektu se řídí Směrnicí SŽ č. 20 pro stanovení a členění investičních nákladů staveb státní organizace Správa železniční dopravní cesty Změna č. 1.

Základní struktura projektové dokumentace vypadá takto:

- a) Průvodní zpráva;
- b) Souhrnná technická zpráva;
- c) Situační výkresy;
- d) Dokumentace stavebních objektů;
 - Dokladová část pro správní řízení;
 - Doklady objednatele
 - Náklady stavby (souhrnný rozpočet a náklady jednotlivých SO a PS)

Před započítáním veškerých prací, musí SŽ, s. o. zadat Záměr projektu, ve kterém se proberou možnosti realizace a nacení veškeré práce a materiály.

Příklad určení provozního souboru a stavebního objektu napájecího zařízení.

Nyní si uvedeme jednoduchý příklad tvorby stavebního objektu a provozního souboru pro měničnu ve stanici Hradec-Králové, hl. n. SŽ poskytuje Manuál pro strukturu dokumentace a popisového pole, ve kterém uvádí postup tvorby takového stavebního objektu, případně provozního souboru ve tvaru:

- SO xx-xx-xx (stavební část);
- PS xx-xx-xx (technologická část).

První dvojčíslí určuje lokalitu stavby, z toho první číselná pozice udává pořadí stavby v rámci celé stavby traťového úseku a druhá číselná pozice udává zohledňující rozdělení stavby na staniční a mezistaniční úseky. Pro náš případ uvažujeme, že první dvojčíslí je opatřeno čísly 01, která určuje umístění napájecího systému v dané železniční stanici, a v rámci jednoho projektu se uvažuje měnična nebo transformovna pouze jedna.

Druhé dvojčíslí určuje profesní skupinu objektu. Dle zákona a směrnic je určení tohoto čísla nejjednodušší, protože se řídí tabulkami, které určují, kam dána stavební nebo technologická část patří.

V našem případě budeme uvažovat čísla 03 pro část Silnoproudá technologie včetně DŘT.

Poslední dvojčíslí určuje pořadí objektu. V tomto případě je první číslo posledního dvojčíslí opět předurčena číslem 3 a poslední číslo by pro náš případ byl zvolen jako 1.

Ve finále by provozní soubor pro silnoproudou technologii trakční napájecí stanice vypadal následovně:

- **PS 01-03-31 Hradec Králové hl. n., silnoproudá technologie měnírny.**

Pro stavební objekt bychom určili dle částí Trakční a energetická zařízení pro měnírnu – stavební část ve tvaru:

- **SO 01-82-01 Hradec Králové hl. n., stavební část měnírny.**

V záměru projektu se tyto objekty dále podrobněji opatří popisem objektu. Mezi ně patří velikost objektu, počet napájecích vývodů atd.

Příklad nacenění objektů dle tabulky propočtu

V tomto případě nacenění počítá s velikými rezervami a jejich ceny bývají i “500 %” navíc, než budou v dalších stupních upřesněny. Pro tento případ budou využity pouze dvě položky. V následujícím obrázku lze vidět vysokou cenu pouze za technologii měnírny, případně transformovny, která bude reálně nižší včetně jejich stavebního objektu pro technologické zařízení.

Zajímá nás číslo řádku C01, C02, M04 a M05.

Varianta	Cenová úroveň	Hradec Králové hl. n., měřirna		Investiční úsek	
				název	
Zpracoval	Datum	Pozn.:		od km	
				do km	
Profese	Podskupina	Č.řádku	Položka	m.j	sazba (mil.Kč/m.j.)
Silnoproudá technologie	Trakční napájecí stanice	C01	Technologie trakční měnirny	ks	102,205
		C02	Technologie trakční transformovny	ks	92,472
		C03	Úprava stávající technologie TNS, TM (individuální kalkulace)	mil. Kč	
		C04	Technologie spínací stanice	ks	35,529
		C05	Úprava stávající technologie SpS (individuální kalkulace)	mil. Kč	
	Trafostanice	C06	Technologie trafostanice 22 kV	ks	43,802
		C07	Technologie rozvodny 110 kV	ks	82,738
		C08	Trafostanice - technologie tunelů	ks	17,521
		C09	Trafostanice - technologie stanice	ks	21,414
		C10	Úprava stávající technologie trafostanic (individuální kalkulace)	mil. Kč	
	Ostatní	C11	Rezervní řádek		
		C12	Rezervní řádek		
		C13	Rezervní řádek		
		C14	Individuální kalkulace	mil. Kč	
		C15	Individuální kalkulace	mil. Kč	
			CELKEM		
Pozemní stavební objekty	Budovy a technologické objekty	M01	Novostavba budov	m3 OP	0,008
		M02	Stavební úpravy - rekonstrukce budov	m3 OP	0,006
		M03	Výpravní budova (individuálně)	m3 OP	0,010
		M04	Objekt pro technologické zařízení - velký	m3 OP	0,007
		M05	Objekt pro technologické zařízení - malý	ks	0,417
		M06	Demolice objektů	m3 OP	0,001
		M07	Oplocení	bm	0,001
	Zastřešení nástupišť	M08	Zastřešení nástupišť	m2	0,013
		M09	Přístřešek	m2	0,019
	Ostatní	M10	Rezervní řádek		
		M11	Rezervní řádek		
		M12	Rezervní řádek		
		M13	Individuální kalkulace	mil. Kč	
		M14	Individuální kalkulace	mil. Kč	
			CELKEM		

Obr. 18 Tabulka propočtu pro záměr projektu v případě nacenění technologií napájecích zařízení včetně stavebních objektů

7.1.2 Dokumentace pro vydání územního rozhodnutí (DÚR)

Pro tento stupeň projektové dokumentace je možno se řídit směrnici SŽ 11/2006 Přílohou č. 1., která určuje přesnější požadavky oproti vyhlášce 499/2006 Sb., které je možno si pročíst v kapitole 1 této směrnice. Jedná se tedy o přípravnou dokumentaci a její základní struktura vypadá následovně:

- Průvodní zpráva;
- Souhrnná část;
- Situace stavby;
- Technologická část;
- Stavební část;
- Náklady a ekonomické zhodnocení staveb;
- Doklady
- Geodetické dokumentace

Tento stupeň projektové dokumentace respektuje již určené SO a PS a pro každý z těchto objektů

je v rámci tohoto stupně vypracována projektová dokumentace technologických a stavebních objektů, které obsahují navíc:

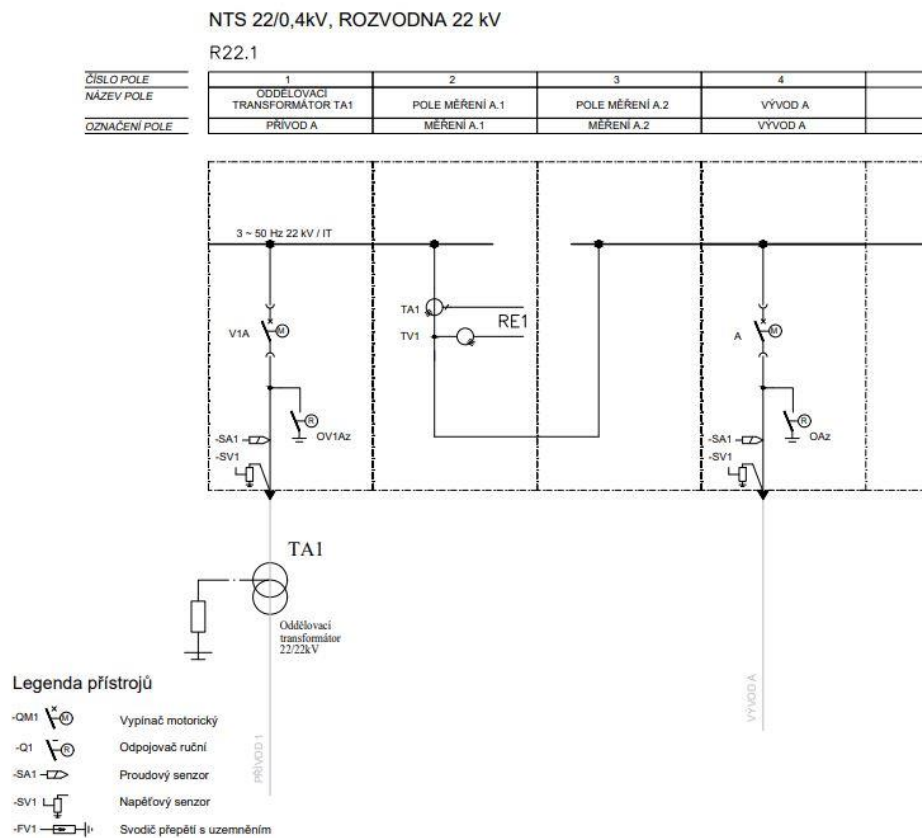
- Návaznost na stavební objekty a provozní soubory;
- Stanovení napěťových soustav;
- Energetické výpočty.

V případě rekonstrukce se v této části ve směrnici uvádí pokyny výměny technologie u stejnosměrné a střídavé trakce, a dále pro převozní napájecí stanice.

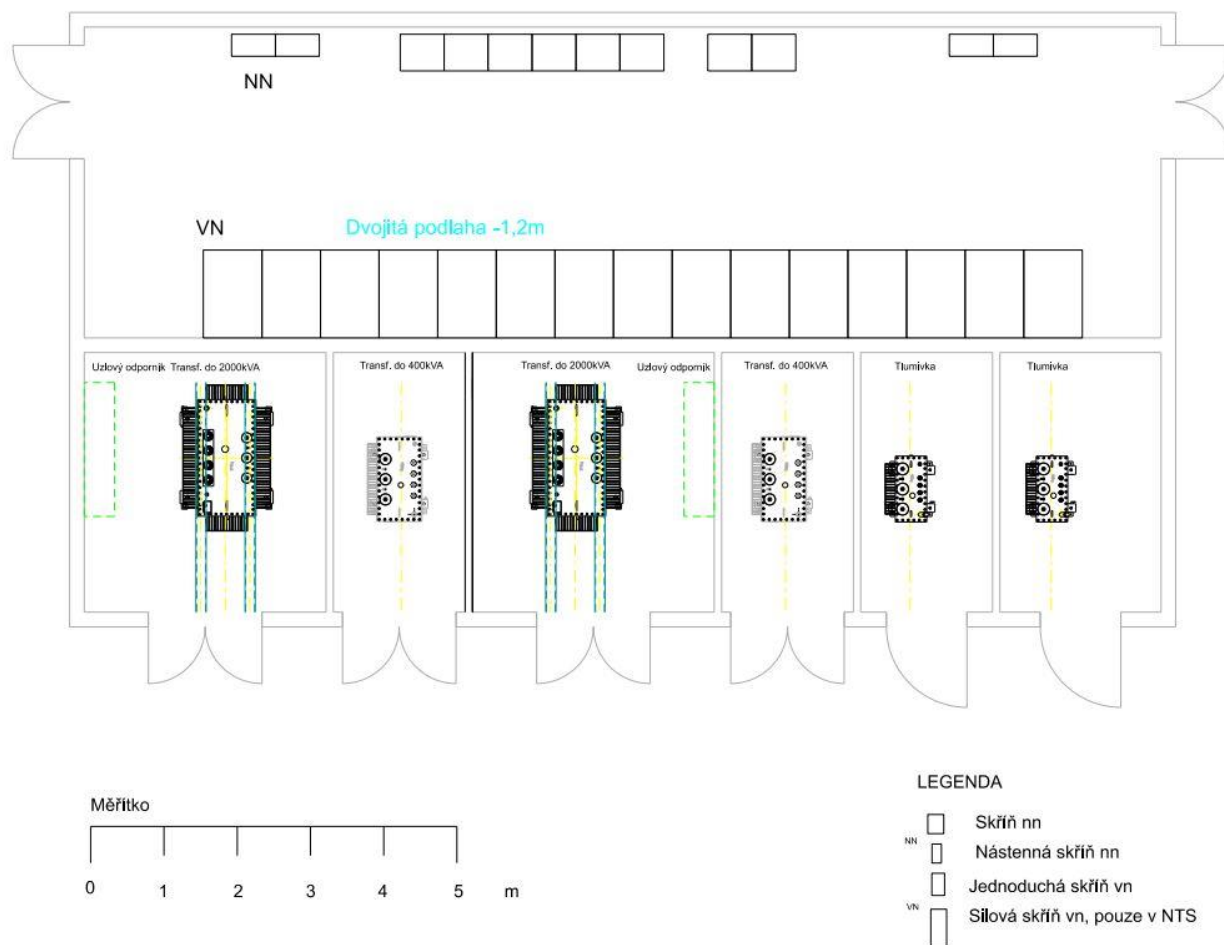
Dokumentace bude obsahovat tyto výkresy:

- Přehledové schéma;
- Blokové schéma DŘT;
- Dispozice zařízení (půdorysy);
- Tabulka povelů a informací.

Rozpočet bývá v tomto stupni přesnější a detailněji určuje soupis prací a materiálů. [28]



Obr. 19 Vzorová ukázka přehledového schématu jedné části trakční měřírny



Obr. 20 Vzorová ukázka dispozice trakční měčírny

7.1.3 Dokumentace pro společné povolení (DÚSP)

Pro tento stupeň projektové dokumentace se řídí vyhláškou 499/2006 Sb, přílohou č. 10 pro stavbu dráhy. Členění PD vypadá následovně:

- Průvodní zpráva;
- Souhrnná technická zpráva;
- Sítuační výkresy;
- Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení;
- Doklady

Tento stupeň se zpracovává v případech, ve kterém se na investování stavby podílí kromě SŽ také magistrát příslušného města. Tento stupeň je pro napájecí zařízení vzácný a jen zřídka se pro takové složitější systémy zpracovává. [29]

7.1.4 Dokumentace pro vydání stavebního povolení (DSP)

Pro tento stupeň projektové dokumentace je možno se řídit směrnicí SŽ 11/2006 Přílohou č. 2, která na podkladě PD rozpracovává a upřesňuje náplň, technické řešení a stavební postupy stavby. Více o této rozpracovanosti se lze dočíst v této směrnici. Členění PD vypadá následovně:

- a) Průvodní zpráva;
- b) Souhrnná část;
- c) Situace stavby;
- d) Technologická část;
- e) Stavební část;
- f) Zásady organizace výstavby;
- g) Náklady (pro potřeby zadavatele dokumentace – stavebníka ve smyslu stavebního zákona v platném znění);
- h) Doklady;
- i) Geodetické dokumentace.

Tento stupeň projektové dokumentace respektuje již určené SO a PS a pro každý z těchto objektů je v rámci tohoto stupně vypracována projektová dokumentace technologických a stavebních objektů, které obsahují navíc:

- Ná vaznost na stavební objekty a provozní soubory;
- Stanovení napěťových soustav;
- Aktualizované energetické výpočty, provedené na základě zadaných parametrů modernizovaného traťového úseku a výhledové železniční dopravy včetně trakčních charakteristik provozovaných hnacích vozidel, na jejichž základě bude stanoven rozsah úprav.

V případě rekonstrukce se v této části ve směrnici uvádí pokyny výměny technologie u stejnosměrné a střídavé trakce, a dále pro převozní napájecí stanice, ovšem je zde více požadavků.

Dokumentace bude obsahovat tyto výkresy:

- Blokové schéma DŘT;
- Dispozice zařízení (půdorysy) v měřítku 1:100 (1:50)
- Charakteristické řezy 1:100;
- Schéma uzemnění;
- Tabulka povelů a informací;
- Přehled kabelů.

Rozpočet bývá v tomto stupni opět přesnější a detailněji určuje soupis prací a materiálů.

Projektové souhrnné řešení (PSŘ)

Pro tento speciální typ projektové dokumentace lze použít směrnici SŽ 11/2006, přílohu č. 3, která rozpracovává a upřesňuje technická řešení a stavební postupy.

Rámcově se uvádí, že rozsah dokumentace se pohybuje v rozmezí cca 40 – 70 % projektu u rozhodujících technologických a stavebních částí. Dokumentace se opět člení tímto způsobem jako u

stupně DSP uveden v **kapitole 7.1.4** a obsahuje totožné požadavky jako v příloze č. 1 směrnice SŽ, proto není nutné se speciálně pro napájecí zařízení touto přílohou zabývat, avšak je vhodné se o tomto projekčním stupni zmínit.

Lze ji například použít pro sdělovací a zabezpečovací techniku napájecích zařízení drážních systémů.

Dopracování projektového souhrnného řešení (DPSŘ)

Tento speciální typ dokumentace dopracovává některé nevyřešené záležitosti ze stupně PSŘ a k vyhotovení tohoto stupně lze využít poslední přílohu č. 4 směrnice SŽ 11/2006. Opět ji lze použít pro sdělovací a zabezpečovací techniku napájecích zařízení drážních systémů, která dopracovává pouze technologickou a stavební část. [28]

7.1.5 Dokumentace pro provádění stavby (PDPS)

Dokumentaci pro provádění stavby stanovuje vyhláška 499/2006 Sb. v příloze č. 13. Tento stupeň dokumentace se člení na:

- a) Průvodní zpráva;
- b) Souhrnná část;
- c) Situace stavby;
- d) Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení;
- e) Náklady (pro potřeby zadavatele dokumentace – stavebníka ve smyslu stavebního zákona v platném znění);
- f) Doklady.

Dokumentace se zpracovává samostatně pro jednotlivé pozemní a inženýrské objekty pro účely fungování napájecích systémů a pro jejich technologická zařízení.

Vychází ze schválené projektové dokumentace pro stavební povolení (u staveb nevyžadující stavební povolení vychází z dokumentace pro vydání územního rozhodnutí). Dopracovává podrobnosti umožňující vypracovat soupis stavebních prací, dodávek a služeb s výkazem výměr (rozpisem prací a materiálů včetně jejich nacenění).

Obsahuje rovněž technické charakteristiky, popisy a podmínky provádění stavebních prací.

Výkresy zobrazují pro dodavatele závazné, nebo tvarově složité konstrukce, na které projektant klade zvláštní požadavky a které je nutné při provádění stavby respektovat.

Součástí projektové dokumentace pro provádění stavby není dokumentace pro pomocné práce a konstrukce, výrobně technická dokumentace, dokumentace výrobků dodaných na stavbu, výkresy prefabrikátů a montážní dokumentace. S touto problematikou se zabývá další kapitola. [29]

7.1.6 Realizační dokumentace (RDS)

Jedná se o typ projektové dokumentace, která řeší záležitosti, jež stupeň PDPS ve své dokumentaci nedořešil. Jedná se o pomocné práce a konstrukce, výrobně technické dokumentace, dokumentace výrobků dodaných na stavbu, výkresy prefabrikátů a montážní dokumentace. Tento typ dokumentace není uveden v žádné směrnici SŽ ani vyhlášce. Je možné se s tímto typem dokumentace setkat ve Směrnici Ministerstva dopravy pro dokumentaci staveb pozemních komunikací.

Tato dokumentace se dělí následovně:

- a) Výrobně technickou dokumentaci pro zhotovovací práce:
 - konstrukční dokumentace;
 - technologická dokumentace;
 - Montážní dokumentace;
 - technologický předpis;
 - kontrolní a zkušební předpis.
- b) Výrobně technickou dokumentaci pro pomocné práce obsahující podrobné řešení technologií a montážních postupů prací:
 - statické výpočty konstrukcí pomocných prací a provizorních staveb;
 - montážní výkresy a technologické postupy montážních prací;
 - technologické předpisy pro pomocné práce.
- c) Dokumentace výrobků dodaných na stavbu;
- d) Technologické celky. [31]

Dále není nutné rozebírat tento stupeň dokumentace. Pro napájecí systémy by byl použit v případě provizorního napájecího systému, který by sloužil dočasně kvůli rozsáhlejší stavební práci časově náročnějších charakterů, a ve kterých by nebylo možné ponechat napájení důležitých zařízení mimo provoz i během těchto prací.

Další podrobnosti je možné si přečíst v této směrnici. [31]

7.1.7 Dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS)

Dokumentaci pro skutečné provádění stavby stanovuje opět vyhláška 499/2006 Sb. v příloze č. 14. Dokumentaci tohoto závěrečného stupně může tvořit kopie ověřené projektové dokumentace doplněné o výkresy odchylek, pokud to není na újmu přehlednosti a srozumitelnosti dokumentace. Kreslí se tedy skutečné provedení stavby hlavně pro geodetické účely. Tento stupeň dokumentace se člení na:

- a) Průvodní zpráva;
- b) Souhrnná technická zpráva;
- c) Situační výkresy;
- d) Výkresová dokumentace; [29]

V tomto finálním provedení by vypadaly výkresy následovně:

Stavební výkresy vypracované podle skutečného provedení stavby s charakteristickými řezy a pohledy, s popisem všech prostorů a místností podle současného způsobu užívání a s vyznačením jejich rozměrů včetně plošných výměr.

Součástí výkresové dokumentace je geodetická část s číselným a grafickým vyjádřením výsledků zaměření stavby, polohopisem s výškopisnými údaji, měřickými náčrtky s číselnými údaji, seznamem souřadnic a výšek, a technickou zprávou podle jiného právního předpisu. [29]

Zjednodušená dokumentace (pasport stavby)

Tato zjednodušená dokumentace obsahuje:

- a) Průvodní zpráva;
- b) Souhrnná technická zpráva;
- c) Zjednodušený situační náčrt;

d) Zjednodušená výkresová dokumentace; [29]

Zjednodušené výkresy skutečného provedení stavby v rozsahu a podrobnostech odpovídajících druhu a účelu stavby s popisem způsobu užívání všech prostorů a místností.

7.2 Jednotlivé části projektové dokumentace

V předchozí kapitole jsem se bavit o jednotlivých stupních projektové dokumentace a jaké obsahuje části. Nyní si podrobněji rozebereme jednotlivé hlavní části.

Rozsah jednotlivých částí odpovídá druhu a významu stavby, jejímu umístění, využití, vlivu na životní prostředí a době trvání. [6]

7.2.1 Průvodní zpráva

Zpracovává se dle přílohy č. 1 vyhlášky č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění pozdějších předpisů. V průvodní zprávě jsou obsaženy základní informace o stavbě, jako jsou:

- údaje o umístění stavby, stručný popis stavby z hlediska účelové funkce, charakteristika území dotčeného stavbou a požadavky na realizaci stavby;
- členění stavby na provozní soubory a stavební objekty, změny v objektu oproti předešlému stupni dokumentace včetně kompetentního zdůvodnění;
- zdůvodnění nutnosti stavby na popud zpracovaného a projednaného předešlého stupně dokumentace, posouzení dosavadního technického stavu a využití dosavadního majetku, údaje o vyšších jakostních parametrech stavby;
- údaje o postupujícím předávání části stavby do užívání, které budou uvedeny do zkušebního provozu, seznam prozatímních objektů (kolejová propojení aj.);
- seznam UTZ a stavebních objektů (železniční svršek aj.);
- přehled vlastníků, případně správců investičních prostředků dle jednotlivých provozních souborů a staveních objektů;
- informace o dodržení obecných nároků na výstavbu včetně bezbariérového užívání stavby;
- členění projektové dokumentace pro vydání stavebního povolení nebo k oznámení ve zkráceném řízení, uvede se obsah a rozsah projektové dokumentace;
- seznam provozních souborů a stavebních objektů s přímou vazbou na parametry efektivní spolupráce systémů. [6]

7.2.2 Souhrnná část

Zde spadají veškeré parametry stavby. Nejdříve se napíše souhrnná technická zpráva, která obsahuje zhodnocení staveniště, u rekonstrukce vyhodnocení současného stavu konstrukce, stavebně historický průzkum stavby, která může být kulturní památkou nebo se nachází v památkovém pásmu nebo rezervaci. Pro zpracování projektu a realizaci stavby se uvedou údaje o provedených průzkumech, měření a závěry z nich vyplývajících. Zjistí se situace ohledně geologických a hydrogeologických stanovisek v území a následně provede geodetické zaměření okolí pro vytyčení sítí pro práci v příslušném softwarovém programu (AutoCAD, Bentley atd.). Uvedou se údaje ochranných pásem, do kterých patří dotčené pozemky vlastníků, chráněná území (životní prostředí, ložisková území aj.) a stanoví se nová ochranná pásma (rozměry a umístění v terénu). V případě, že se stavba bude nacházet v ložiskovém pásmu, specifikují se báňské podmínky pro zpracování návrhu zajištění stavby proti účinkům poddolování.

Další součástí souhrnné části je pojetí stavby, do které spadá:

- účel stavby;
- přehled o dodržení obecných technických požadavků na výstavbu;
- architektonické a urbanistické začlenění stavby do území;
- stručný popis navrženého technického řešení pro jednotlivé provozní soubory a stavební objekty (soustava trakčního vedení atd.);
- návrh na postupnou realizaci stavby;
- požadavky napájecích zařízení na zdroje elektrické energie, podmínky pro zvýšený odběr atd.;
- napojení na kanalizaci a odvedení odpadních vod;
- napojení na dopravní strukturu a rozsah náhradní výsadby a ozelenění;
- bezpečnost práce;
- posouzení stavby ohledně užívání osob s omezenou schopností pohybu a orientace;
- investice a předpoklady na zabezpečení staveb;
- statické výpočty určující správný chod zařízení, které by mohly za následek špatně navrženého zařízení vést k poškození stavby nebo její částí.

Poté se do souhrnné části vkládají údaje o splnění stanovených podmínek, mezi které patří podmínky o rozhodnutí umístění stavby, posuzování vlivů na životní prostředí a dodržení kapacitních a dalších stanovených údajů a zdůvodnění případných navržených změn oproti předcházejícímu stupni dokumentace. Dalším krokem je příprava okolí pro výstavbu. Zde se postupuje v těchto krocích:

- uvolnění staveniště;
- využití stávajících nebo budovaných objektů včetně dočasného využití určitých objektů po dobu výstavby;
- způsob provedení demolic a místa skládek;
- likvidace porostů (nutno projednat formou koordinovaného stanoviska s odborem životního prostředí příslušného stavebního úřadu);
- odstranění škodlivých odpadů (řeší se dle druhu);
- bezpečnostní opatření chráněných objektů a porostů ochranným pásmem po dobu výstavby;
- přeložky podzemních a nadzemních elektrických vedení, dopravních cest, vodních toků atd.;
- omezující nebo bezpečnostní opatření při přípravě staveniště a v průběhu výstavby;
- výluky dopravy a další způsoby jejího omezení;
- restrikce v dodávce elektrické energie.

V případě vykoupení pozemků a staveb jako jsou například bytové prostory, se uvede celkový rozsah trvalého a dočasného obsazení nebo jiného dotčení pozemků a staveb na nich umístěné. Jestliže dochází ke změnám oproti minulému stupni dokumentace, která má vliv na rozsah železniční infrastruktury a provozu, bude provozní a dopravní technologie aktualizována k termínu odevzdání projektové dokumentace napájecího zařízení pro vydání stavebního povolení nebo k oznámení ve zkráceném stavebním řízení. Důležitými parametry pro správný chod napájecích zařízení jsou energetické výpočty a protikoroze ochrany. [6]

Energetické výpočty

Řeší spotřebu elektrické energie pro elektrickou trakci, výkonové dimenzování napájecích zařízení a podklady pro napěťové a proudové dimenzování pevných trakčních zařízení. Dále se zabývají zpětnými vlivy trakčních obvodů na napájecí síť a navrhuje způsob omezování zpětných vlivů. Energetické výpočty

také řeší bilanci činných a jalových výkonů a navrhuje opatření na zajištění předepsaného účinku. Výsledky výpočtů se musí projednat se stavebníkem a posléze s dodavatelem elektrické energie. [6]

Protikorozní ochrany

Uvede se ochrana objektů před negativními vlivy způsobené bludnými proudy. Z důvodu zamezení negativních vlivů zejména úložných zařízení je nutno specifikovat požadavky na korozní průzkum, které jsou:

- u tratí stejnosměrné trakční soustavy 3 kV před započítáním stavby a před uvedením zařízení do trvalého provozu;
- v izolovaném bodě styku stejnosměrné a nezávislé trakce do 5 km;
- ve směru tratě napájené střídavou trakční proudovou soustavou v místech styku stejnosměrné a střídavé trakční proudové soustavy do 5 km od neutrálního pole;
- v místech silných stejnosměrných zdrojů.

Po vyšetření korozních průzkumů je zapotřebí předložit řešení ochranných opatření proti účinkům bludných proudů dle **ČSN EN 50122-2 ed. 2**. Dále je nutno zajistit požadavky na korozní průzkum všech elektrických zařízení, aby se zamezilo negativním ovlivňováním.

Dále se uvedou příslušná dopravní opatření, trvalé a dočasné zábory zemědělských pozemků, úspora energie, ochrana tepla, obyvatelstva a stavby před škodlivými vlivy vnějšího prostředí. [6]

7.2.3 Situace stavby

Je tvořena souborem výkresů staveb k posouzení souladu východiska stavby s okolní zástavbou nebo krajinou. Člení se na:

- přehlednou situaci stavby;
- koordinační situaci stavby.

Přehledná situace se zpracovává převážně v měřítku 1:5000 nebo 1:10000 s vyznačením rozsahu stavby, závažných objektů, případně s interakcí na okolí stavby, určení dopravních tras pro dopravu materiálu na stavbu.

Koordinační situace stavby bývá zpracována v měřítku 1:1000, u stanic 1:500, u pozemních objektů 1:200 u změny stavby, která je kulturní památkou. Je také určena pro potřeby organizace výstavby. [6]

7.2.4 Technologická část

Skládá se ze samostatně zpracovaných souborů dle technické a technologické podrobnosti řešené vyhláškou 177/1995 Sb., kterou se vydává stavební a technický řád drah, ve znění pozdějších předpisů.

Obecný seznam technologických částí:

- zabezpečovací zařízení staniční, traťové, přejezdové aj.;
- sdělovací zařízení rozhlasová, telekomunikační, místní kabelizace, dálkové kabely aj.;
- silnoproudé technologie dispečerských, rozvodů VVN/VN, trakčních napájecích systémů, provozní rozvod silnoproudu aj.

Podrobné členění technologických částí nalezneme ve vyhlášce 146/2008 Sb., o rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb.

Projektová dokumentace jednotlivých částí staveb drah a staveb na dráze pro vydání stavebního povolení se skládá z technické zprávy, výkresové části (situační plán, schéma jištění, charakteristické vzorové řezy aj.), seznamu prací, dodávek a hlavního materiálu, včetně technických specifikací. Z výkresů musí být patrný stávající i navrhovaný stav. [6]

7.2.5 Stavební část

Skládá se z jednotlivých stavebních objektů, které jsou vypracovány individuálně. Spadají zde:

- inženýrské objekty (kolejový svršek, nástupiště, přejezdy aj.);
- pozemní stavební objekty a jejich technická výbava (vytápění, vzduchotechnická zařízení, demolice aj.);
- trakční a energetická zařízení (napájecí zařízení, trakční vedení, rozvody aj.).

Součástí dokumentace mohou být statické a dynamické výpočty důležitých stavebních konstrukcí. [6]

7.2.6 Směrnice organizace výstavby

Vypracovává se celková organizace stavby. Plánuje optimální organizaci stavby na popud požadavků stavebníka a jeho omezujících podmínek. Je zapotřebí minimální negativní vliv provádění stavby na životní prostředí. Organizace se zabývá vazbou jednotlivých provozních souborů a stavebních objektů na ostatní části stavby, přístupy na staveniště a bere v potaz plochy pro zařízení staveniště. [6]

7.2.7 Náklady stavby

Součástí stavby je její celkový rozpočet sloužící pro potřeby vlastníka. Pro projektování staveb drah se v ČR používá stavební software ASPE pro nacenění materiálů a prací. [6]

7.2.8 Doklady

Přehled subjektů, se kterými byla stavební projekce probrána. Spadá zde i územní rozhodnutí udělené příslušným stavebním úřadem, souhlasy majitelů pozemků, souhlas Drážního úřadu, vyjádření dotčených technických infrastruktur atd. [6]

7.2.9 Geodetická dokumentace

Slouží k přesnému polohopisu stávajících subjektů (ploty, domy, vegetace aj.) v okolí, kde má být stavba zrealizovaná. Příslušný geodetický orgán provede zaměření oblasti a následně jej předá projekční firmě ve formě digitálních dat pro další účely práce. [6]

7.3 Stavební provedení a podmínky pro stavbu napájecího zařízení drážních systémů

Stavební provedení musí být situováno tak, aby byly dodrženy podmínky pro bezpečnost osob vykonávající údržbové práce, obsluhu a ochrany zařízení. Nutné je brát ohled na požární bezpečnost staveb. [10]

7.3.1 Rozmístění

Jejich rozmístění se provádí dle energetických výpočtů s přihlédnutím na předpokládaný objem dopravy v desátém roce provozu. Situují se tak, aby zpětné trakční vedení bylo připojováno ke zpětnému

kolejnicovému vedení mimo oblast staveb drah. Pokud je nutno napájecí systém umístit k místu, kde dochází k větvení tratí, musí být zpětné vedení připojeno před jejím rozvětvením. Musí se brát zřetel na polohu, umístění napájecího systému a zváženy možnosti využívání stávajících infrastruktur včetně výhledového napájení odbočných tratí při elektrizaci. Dále se musí vyhodnotit energetické poměry zkratové i napěťové, poměry v trolejovém vedení při běžném i mimořádném způsobu napájení tím způsobem, aby i za výluky jednoho napájecího systému bylo zajištěno napájení s minimálně omezujícími účinky. [10]

7.3.2 Výběr zařízení

Stejně jako při rozmístění dle objemu v desátém roce provozu se dle tohoto parametru určuje instalovaný výkon. Určuje se podle dopravní práce pro určitý traťový úsek s uvažováním využití přetížitelnosti zařízení při případném krátkodobém zvýšení výkonu při poruše a nepravidelnostech v dopravě. Volba strojů, přístrojů a zařízení napájecích systémů se řídí instalovaným výkonem všech částí napájecí stanice (usměrňovací skupina aj.) včetně jejich parametrů při poruchách (zkratové proudy trakčního vedení aj.) a prostředí, ve kterém zařízení vykonává svou práci. Musí být ovšem respektovány požadavky uvedené v **ČSN EN 50388 ed. 2**. Provozní zálohu ve všech částech stanovuje vlastník. Minimální provozní zálohu v napájecím zařízení musí být stanovena dle velikosti největší usměrňovací skupiny. Výstupní napětí musí odpovídat požadavkům uvedených v **ČSN EN 50163 ed. 2**. [10]

7.3.3 Řízení

Důležité je stanovit organizační příkazy mezi řídicím stanovištěm a ústředně řízenými objekty. Veškerá provozně důležitá zařízení musí být připojena do technologického komplexu zařízení ústředního řízení z ovládacího stanoviště elektro-dispečera. Musí umožňovat přechod z ústředního řízení na dálkové nebo místní, buď jako celku nebo jednotlivých technologických částí.

Napájecí systémy musí být vybaveny telekomunikačními zařízeními pro zajištění provozu, údržbové činnosti a bezpečnosti práce. Telekomunikační zařízení pro napájecí systémy obsahují telefonní stanice elektro-dispečerského kruhu, popřípadě přímé spojení s ostatními sousedícími napájecími systémy. [10]

7.3.4 Možnost vypnutí při havarijních stavech

V trakčních napájecích systémech musí být podle stavební realizace instalovány bezpečnostní tlačítkové ovladače, které odepnou napájecí systém od trakční a napájecí soustavy, bez možnosti ovlivnění napájecí soustavy dodavatele elektrické energie. Provedení bezpečnostních tlačítek musí být odlišné od ostatních, aby nedošlo k jejich záměně. [10]

7.3.5 Teplota okolí

Teplota provozních místností napájecích systému, které nevyžadují trvalou obsluhu, nebo kde se nekoná jiná trvalá činnost, nesmí klesnout pod + 5 °C, pokud nevyžadují parametry strojů a přístrojů v napájecích systémech teplotu vyšší. V jiných případech musí být teplota stanovena dle prováděných činností a prostředí musí korespondovat podmínkám určených výrobcem zařízení. Ohřev a chlazení místností je nutné zejména z důvodu správné funkce přístrojů, nebezpečí orosení a nebezpečí zamrznutí vzduchových ventilů a potrubí. [10]

7.3.6 Osvětlení

Musí odpovídat příslušným normám a poskytnout individuální osvětlení určitým částem sloužící pro provoz a ostrahy objektu. Dále se musí provést nouzové osvětlení, které musí automaticky svítit v případě výpadku sítě. U bezobslužných napájecích zařízení lze ovládat nouzové osvětlení ústředně z elektrodispečinku. Nouzové osvětlení nemusí být konstruováno pro převozní systémy, ve kterých se uplatní přenosná svítidla. [10]

7.3.7 Hygienická a bezpečnostní ustanovení

Napájecí systémy musí být v souladu s hygienickými předpisy vybaveno hygienickým zařízením, které odpovídá způsobu provozu a údržbové činnosti. Napájecí systémy musí být rovněž vybaveny elektrickou zabezpečovací signalizací, elektrickou požární signalizací a sledovacími okruhy vyvedenými alespoň na elektro dispečerské řídicí stanoviště. [10]

7.3.8 Oplocení

V trakčních napájecích systémech se skládá z vnějšího nebo provozního oplocení a umísťuje se v obvodu jejich pozemků. Provedení vnějšího oplocení je situováno tak, že svou konstrukcí a nejmenší vzdáleností od venkovních elektrických zařízení a od konstrukcí venkovní VN rozvodny zabrání vstupu nepovolaným osobám bez použití pomůcek. Výška plotu při zřizování má být 2 m. Provozní oplocení se obvykle zřizuje uvnitř vnějšího oplocení pro oddělení venkovních rozvodů pro vstup do budovy a prostoru příjezdových kolejí, jestliže se zde vchází dveřmi.

Vzdálenost oplocení od živých částí včetně vzdáleností zábradlí od rozvodů se řídí:

- ČSN EN 50122-1 ed. 2,
- ČSN EN 50522;
- ČSN EN 61936-1 atd. [10]

Rovněž lze použít specifika oplocení, uvedené v TKP, kapitole 11 Trvalé oplocení, ve kterých se uvádí způsoby oplocení drážního pozemku z drátěného pletiva, nebo kombinací drátěného pletiva se železobetonovými deskami a ostatním drátem.

7.3.9 Příjezdové koleje a komunikace

Zřizují se tam, kde není vhodné využití stávajících podmínek a kde je tato investice provozně a ekonomicky zdůvodnitelná. Příjezdová kolej musí být naprojektována dle rozchodu celostátních drah standardního rozchodu. Příjezdová cesta musí zajistit spolehlivou sjízdnost za všech povětrnostních podmínek po celý rok. Prostor u stanoviště transformátorů, poloměry oblouků a nosnost komunikace musí korespondovat přepravě transformátorů silničními vozidly. Příjezdové koleje napájecích zařízení musí mít ve všech kolejnicových pásech umístěné izolované styky ve dvou pozicích vzdálených od sebe 20 až 25 m od ostatních kolejí a oba kolejové pásy spojené s ochranným uzemněním napájecího zařízení. [10]

7.3.10 Kovové konstrukce

Vstupy podzemních kovových vedení a řádů do napájecích systémů musí být vybaveny izolačními spojkami podle normy ČSN 03 8374 Zásady protikoroze ochrany podzemních kovových zařízení. Kovové konstrukce musí vyhovovat ustanovením normy ČSN EN 1090-1 a spojeny se zemnicí sítí dle:

- ČSN EN 50122-1 ed. 2;
- ČSN EN 50522;
- ČSN EN 61936-1;
- ČSN EN ISO 3210;
- ČSN 34 1500 ed. 2.

7.3.11 Ostatní zařízení v napájecích systémech podílející se na jejich funkčnosti

Důležitými parametry pro napájecí systémy jsou elektromagnetická kompatibilita (EMC) a elektromagnetická interference (EMI). Jejich požadavky a interakce odpovídá požadavkům uvedených v souborech norem:

- ČSN EN 50121-5 ed. 4;
- ČSN EN 50163 ed. 2.

Zařízení tlakovzdušná a tlakové pevné nádoby provozované v napájecích systémech musí odpovídat příslušným souboru norem:

- ČSN 69 0010 až ČSN 69 0012.

Akumulátorovny musí vyhovovat:

- ČSN EN IEC 62485-2;
- ČSN 38 1140.

Kapacita akumulátorových baterií se dimenzuje nejméně na jednu hodinu provozního zatížení napájeného zařízení. Tyto akumulátorovny slouží k manipulaci pomocného a ovládacího napětí. Napájecí systémy musí být opatřeny dvěma na sobě nezávislými zařízeními pro pomocné napájení řídicích a ochranných obvodů a nouzového osvětlení.

Přístrojové VN transformátory proudu a napětí se řídí podle skupiny norem, podle kterých se volí a instalují.

Volí se podle:

- ČSN EN 61869-2;
- ČSN EN 50522;
- ČSN EN 61936-1;

instalují podle:

- ČSN 34 3278;
- ČSN EN 50522.

Pokud chceme provozovat přístrojové transformátory proudu a napětí v jednofázových AC soustavách, řídíme se podle:

- ČSN EN 50152-3-2 ed. 2;
- ČSN EN 50152-3-3 ed. 2.

Na straně VN do 52 kV se obvykle přístrojové transformátory připojují přes vysokonapěťovou pojistku a pokud dovolí prostor, uzamkne se. Jmenovitý nadproudový činitel se volí pro přístrojový transformátor proudu na popud správné funkce ochrany v případě zkratu.

Veškeré kovové kryté VN rozvaděče a ostatní rozvodná zařízení podléhají normám.
Normy, které se problematikou rozvaděčů zabývají:

- ČSN EN 62271-200-203 (ed. 2);
- ČSN EN 50123-6 ed. 2;
- ČSN EN 50522;
- ČSN EN 61936-1. [10]

7.4 Připojení ochran

Podmínky, jakými se připojují ochrany k napájecím zařízením, jsou uvedeny v ČSN 34 1500.

7.4.1 Připojení ochrany ukolejněním

Způsoby, kterými se dá připojit ukolejněním, jsou následující:

- a) přímé:
 - chráněná konstrukce je vodivě spojena se zpětným kolejnicovým vedením;
 - do vodivého spojení chráněné konstrukce se zpětným kolejnicovým vedením je vložena ukolejňovací tlumivka (impedance) oddělující tuto konstrukci od kolejových obvodů zabezpečovacího zařízení a neomezuje ochrannou funkci přímého ukolejněním;
- b) nepřímé:
 - do vodivého spojení chráněné konstrukce se zpětným kolejnicovým vedením je vloženo zařízení pro omezení napětí;
 - do vodivého spojení chráněné konstrukce se zpětným kolejnicovým vedením je vložena ukolejňovací tlumivka (impedance) a zařízení pro omezení napětí.

Ukolejnění lze provést těmito způsoby:

- individuálním spojením (každá chráněná konstrukce je samostatně spojena se zpětným kolejnicovým vedením);
- skupinovým spojením (chráněné konstrukce jsou mezi sebou spojeny ukolejňovacím vodičem nebo ochranným lanem, spojeným se zpětným kolejnicovým vedením).

Pokud je celková délka ukolejňovacího vodiče od chráněné konstrukce k místu připojení menší než 50 m, nemusí se zjišťovat velikost dotykového napětí. V opačném případě platí hodnoty dotykových napětí uvedené v ČSN EN 50122-1. [9]

Koordinační schéma ukolejnění a trakčního propojení

Vypracovává se v souladu s ČSN 34 2613 ed. 3 pro elektrizované tratě a dopravní vybavené kolejovými obvody. Při stavbě a opravách trakčních zařízení (trakční vedení, zpětná vedení apod.) se vypracovává koordinační schéma pro každý stavební postup samostatně. [9]

7.4.2 Umístění a způsoby ochran uzemnění

Umístění

Uzemnění se umísťuje do vzdálenosti větší než 5 m od elektrizované koleje. Pokud není možné tuto vzdálenost dodržet, propojí se uzemnění s kolejí za podmínek uvedených v **ČSN 34 2613 ed. 3**. Hodnoty zemních odporů ochranného uzemnění smí být nanejvýš:

- 0,5 Ω u napájecích zařízení celostátních regionálních a průmyslových drah a vleček, ve kterých jsou neživé části spojené s trakční soustavou;
- 2 Ω u trakčních měření DC trakční soustavy tramvajových a trolejbusových drah. [9]

Způsoby uzemnění

Lze provést dvěma způsoby:

- individuálním;
- skupinovým.

Individuální způsob uzemnění spočívá v samostatném uzemnění každé chráněné konstrukce. Pro jejich uzemnění může být použito strojeného nebo náhodného zemniče, který svým zemním odporem vyhovuje pro samočinné odpojení od zdroje a je vodivě propojen s chráněnou konstrukcí.

Skupinový způsob uzemnění spočívá v tom, že jsou chráněné konstrukce mezi sebou spojeny uzemňovacím vodičem nebo ochranným lanem, připojeným k uzemnění. Pro uzemnění ochranného lana může být použito strojeného nebo náhodného zemniče, který svým zemním odporem vyhovuje pro samočinné odpojení od zdroje a je vodivě propojen s chráněnou konstrukcí. [9]

7.4.3 Připojení ochran před přepětím

Připojení ochran před přepětím musí být provedeno bez ostrých kolen, nejlépe v přímém prodloužení chráněného vodiče. Pod ochranou před přepětím před pojistným dnem musí být volný neužívaný prostor (nebo vhodná zábrana).

Ochrany před přepětím musí být uzemněny a ukolejňeny nebo spojeny s kostrou následovně:

- a) u napájecích systému samostatným svodem, co nejkratší cestou bez ostrých kolen a smyček připojených na uzemnění. Celková délka svodu k zemniči včetně konstrukcí nesmí být větší než 50 m;
- b) u AC trolejového vedení nad 1 kV musí být propojeny s trakční podpěrou a uzemněny do 10 Ω . Trakční podpěra se ukolejňuje:
 - přímo u kolejí bez kolejových obvodů nebo na trakční kolejnici jednopásových kolejových obvodů;
 - přes zařízení pro omezení napětí u kolejí s dvoupásovými kolejovými obvody.
- c) u DC trolejového vedení 1,5 kV a vyšší musí být propojeny s trakční podpěrou a uzemněny do 10 Ω . Trakční podpěra musí být ukolejňena přes zařízení pro omezení napětí. Doporučuje se ukolejnit přednostně na střed stykového transformátoru nebo na symetrizační tlumivku. Ukolejňovací vodič musí být dlouhý maximálně 50 m.

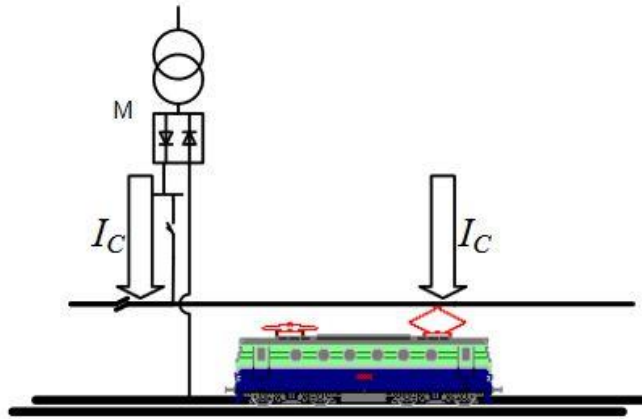
Samostatný zemnič, na který je připojen svod ochrany před přepětím, musí mít zemní odpor hodnotu maximálně 10 Ω . Tam, kde není možné zajistit zemní odpor, musí se položit zemnicí pásek minimální délky 25 m. [9]

7.5 Analýza energetického výpočtu zatížení trakční měřírny

7.5.1 Proudové zatížení měřírny při jednostranném napájení

Z důvodu napájení úseku jedinou měřírny je zatížení měřírny závislé na okamžité hodnotě proudu, který odebírá drážní vozidlo na úseku, na němž se měřírna nachází. Časový průběh zatížení měřírny I_M odpovídá časovému průběhu celkového odebíraného proudu trakčního vedení I_C . Průběh je možno získat měřením na trakčním vedení v určitých provozních podmínkách nebo formou vypočteného výsledku z parametrů jízdy drážního vozidla na určitém úseku při aplikování výpočetních metod. Poté platí:

$$I_M(t) = I_C(t) [A]$$



Obr. 21 Zatížení trakční měřírny při jednostranném napájení [21]

Proudové zatížení měřírny se určuje nejčastěji, jako střední hodnota proudového zatížení od všech vlaků na posuzovaném napájecím úseku v definovaném časovém intervalu Δt_{ni} definovaném dle vztahu:

$$\Delta t_{ni} = T_{nt+1} - T_{ni}$$

Střední zatěžující proud od k -tého vlaku v j -tém kroku tachogramu se určí jako průměrná hodnota proudu na začátku I_{Cjkz} a konci I_{Cjkk} tohoto kroku dle vztahu:

$$^s I_{jk} = \frac{I_{Cjkz} + I_{Cjkk}}{2} [A]$$

Stanovení středního zatížení měřírny v kroku Δt_{ni} při jednostranném napájení:

$$^s I_{ni} = \frac{1}{\Delta t_{ni}} \cdot \sum_k \sum_j ^s I_{jk} \cdot \Delta t_{jk} [A] \text{ pro } T_{jk} \in \langle T_{ni}; T_{ni+1} \rangle$$

kde:

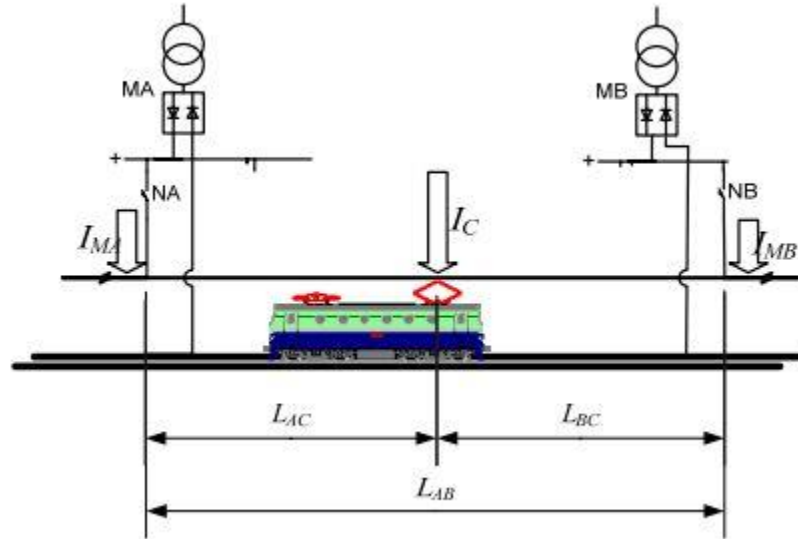
j – vlaky na daném napájecím úseku;

k – výpočtové kroky tachogramu jízdy jednotlivých vlaků

$$^s I = \frac{\sum_j ^s I_{nt} \cdot \Delta t_{ni}}{T_z - T_1}$$

7.5.2 Proudové zatížení měníren při oboustranném napájení

V tomto případě se u zatížení obou měníren počítá se stejnou velikostí výstupního napětí, a proto mezi nimi neprotéká vyrovnávací proud.



Obř. 22 Zatížení trakční měnírny při oboustranném napájení [21]

Na napájení drážního vozidla na napájecím úseku mají zásluhu obě měnírny a to proudem I_{MA} měnírna A společně s proudem I_{MB} měnírna B. Zde platí 1. Kirchhoffův zákon:

$$I_C = I_{MA} + I_{MB} \text{ [A]}$$

Podíl proudů je úměrný vzdáleností místům odběru od obou měníren. Platí:

$$L_{AB} = L_{AC} + L_{BC} \text{ [km]}$$

Dále je možno určit:

$$\frac{I_{MA}}{I_{MB}} = \frac{L_{MA}}{L_{MB}},$$

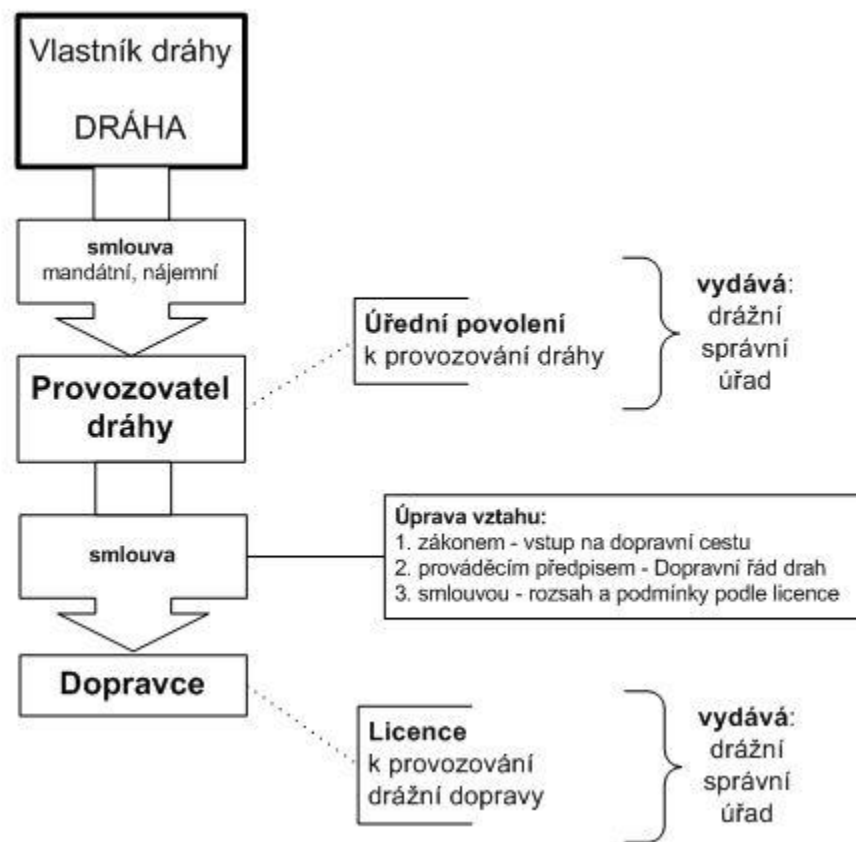
po úpravě dostaneme proudové zatížení měnírny A:

$$I_{MA} = I_C \cdot \frac{L_{AB} - L_{AC}}{L_{AB}} \text{ [A]} \text{ [21]}$$

8 Uvádění napájecích zařízení drážních systémů do provozu

8.1 Ohlašovací procedura

Základní požadavky na provoz a regulaci provozování dráhy jsou uvedeny v zákoně **266/1994 Sb., zákon o dráhách**.



Obr. 23 Poměry subjektů při provozování dráhy a drážní dopravy

8.1.1 Úřední povolení

K tomu, aby bylo možné provozovat dráhu, je zapotřebí vlastnit úřední povolení vydané drážním správním úřadem. Provozovat dráhu smí fyzická, či právnická osoba, je-li zapsána v obchodním rejstříku. Úřední povolení smí být vydáno za podmínky:

- fyzická osoba s odpovědným zástupcem (pokud je ustanoven) dosáhli věku 21 let, jsou způsobilí k právním úkonům, odborně způsobilí a bezúhonní;
- statutární orgán nebo jeho člen právnické osoby dosáhli věku 21 let a jsou způsobilí ke všem úkonům uvedených výše;
- žadatel hodlající provozovat dráhu je finančně způsobilý.

Finanční způsobilosti se zabezpečí zahájení a řádné drážní provozování. Prokazuje se:

- vedením podrobného obchodního rozpočtu za roční účetní období;

- zabezpečením finančními prostředky;
- provozním kapitálem;
- účetní závěrkou stvrzenou auditorem.

Drážní správní úřad rozhodne o jeho vydání v 60denní lhůtě od doručení žádosti o vydání úředního povolení, přičemž stanoví podmínky pro bezpečné a řádné provozování dráhy. [1]

Žádost o vydání úředního povolení

Aby mohla být vydána žádost o vydání úředního povolení, musí se doložit drážnímu správnímu úřadu s obsahem těchto údajů:

- obchodní jméno, sídlo, formu právnické osoby nebo fyzické osoby;
- označení vlastníka dráhy;
- označení dráhy včetně jejího popisu,

poté musí být doložena:

- výpisem z rejstříku trestů fyzické osoby nebo odpovědného zástupce, je-li ustanoven a právnické osoby musí doložit výpis z rejstříků trestů všech členů statutárního orgánu (výpis nesmí být starší než 3 měsíce);
- výpisem z obchodního rejstříku je-li žadatelem právnická osoba;
- doklady o informacích ohledně existence smluvního vztahu mezi žadatelem a obchodního zástupce (platí pro fyzické osoby), odborné a finanční způsobilosti osob, právu vlastnictví žadatele k dráze, technické způsobilosti dráhy k provozování a dokladech o zaplacení správního poplatku. [1]

8.2 Schvalovací procedura

Nejvyšší právní moc pro zřizování staveb drah má Ministerstvo dopravy. Jemu se podřizuje správní úřad Drážní úřad jako orgán státní správy se sídlem v Praze.

Drážní správní úřad vydá kolaudační rozhodnutí o ověření nově budované nebo rekonstruované stavby dráhy. Výrobci drážních vozidel a UTZ jsou povinni zajistit jejich konstrukční a technický stav tak, aby splňovaly podmínky technické propojenosti železničního systému. [1]

8.2.1 Průkaz způsobilosti

V souladu s **kapitolou 3.1.3** můžeme provozovat takové zařízení, které má platný průkaz způsobilosti. Platný je po celou dobu provozování příslušného zařízení, pro který je vydán. Podmínky pro jeho působnost jsou:

- fyzická existence zařízení;
- totožnost mezi informačními údaji průkazu způsobilosti a zařízení;
- průkaz způsobilosti vydává oprávněná osoba a je opatřen úředním razítkem Drážního úřadu;
- provozní způsobilost potvrzuje zápis o provedení prohlídky a zkoušky v stanoveném intervalu.

Zařízení se považují za provozně způsobilá za podmínky, že nejpozději do jednoho roku od nabytí účinnosti požádá provozovatel Drážní úřad o vydání průkazu způsobilosti UTZ. Jestliže o něj provozovatel nepožádá v této lhůtě, pozbývá uplynutím této lhůty zařízení provozní způsobilost.

8.3 Stavební řízení

Hlavním orgánem pro zřizování staveb drah a staveb na dráze je speciální stavební úřad Drážní správní úřad. Důležité je, aby způsobilost každé stavby dráhy byla ověřená technickobezpečnostní zkouškou před vydáním kolaudačního rozhodnutí. Pokud stavba dráhy zasahuje svými vlastnostmi do plynulosti a bezpečnosti provozování dráhy, je třeba ve stavebním povolení zavést zkušební provoz. [1]

8.3.1 Technickobezpečnostní zkouška

Slouží k otestování stavby dráhy nebo jejího segmentu z hlediska projektovaných kritérií, funkce stavby a bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy. Výsledkem těchto zmíněných parametrů je podmínka k tomu, aby byl povolen zkušební provoz.

Podmínky pro zahájení technickobezpečnostní zkoušky dle povahy stavby jsou:

- technická způsobilost UTZ;
- zaměření prostorové průchodnosti;
- prokázání přechodnosti.

Rozsah technickobezpečnostní zkoušky pro napájecí systémy se provádí napětovými a pantografovými zkouškami a ověřením, zda elektroenergetické zařízení splňuje podmínky pro bezpečnost a provozuschopnost. Uskutečnění technickobezpečnostní zkoušky probíhá v rámci technické prohlídky a zkoušky zařízení. [2]

8.3.2 Zkušební provoz

Zavádí se z důvodu ověření správného fungování dokončené stavby dráhy. Zkušební provoz zavede speciální stavební úřad před vydáním náležitého rozhodnutí ve formě protokolu, ve kterém je obsaženo:

- požadavky pro bezpečnost při provozování dráhy a drážní dopravy;
- dobu trvání dle charakteru stavby;
- způsob pozorování stavby;
- důležité údaje k zaznamenání vyhodnocení zkušebního provozu ve shodě s projektem a podle potřeb, které vyplývají z parametrů stavby (výkon, zatížení, spotřeba energie atd.). [2]

8.4 Mimořádná událost a její kompenzace

Základním předpis pro šetření mimořádných událostí je Vyhláška **376/2006 Sb., o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a postupech při vzniku mimořádných událostí na dráhách**. K tomu je možné použít směrnici SŽ D17.

8.4.1 Postup při jejím vzniku

Provozovatel dráhy zřizuje samostatné nebo společné instituce, které v rámci své činnosti ohlašují vznik mimořádné události na dráhách. Vznikne-li mimořádná událost na dráhách, je povinen každý zaměstnanec tuto skutečnost oznámit na příslušnou instituci. Příslušná instituce neprodleně provede veškerá opatření k zabránění vzniku dalších škod a informuje o vzniku mimořádné události:

- Drážní inspekci;
- Policii České republiky v případě, že má mimořádná událost za následek smrt, újmu na zdraví, rozsáhlé škody majetku nebo životního prostředí a v případě, že mimořádná událost byla spáchaná záměrně, tj. v důsledku spáchání trestného činu;
- hasičskému sboru, nebo záchranné službě, je-li nutno zajistit záchranné práce, na které nemá provozovatel dráhy prostředky, nebo je není schopen zajistit sám.

Ohlášení musí obsahovat datum, čas, místo vzniku mimořádné události, stručný popis, následky, jméno osoby, jež mimořádnou událost ohlásila a kontakt na ní. Vznik mimořádné události se nahlásí Drážní inspekci. Provozovatel má možnost vytvořit ohlašovací rozvrh, který musí být jednou za rok obnovován a být přístupný na všech pracovištích určených pro ohlašování mimořádných událostí. Provozovatel může po domluvě s Drážní inspekci oznamovat vznik mimořádných událostí souhrnně za uplynulé časové období, které si s Drážní inspekci určí.

Opatření na jejím místě

Veškeré okolnosti okolo vzniku mimořádné události vyšetřuje pověřená osoba provozovatelem dráhy. Pověřená osoba má možnost nahlížet do dokumentů na požádání Drážní inspekce. Pověřená osoba postupuje podle předem stanovených kritérií zadaných Drážní inspekci, jako je například:

- zabránění veškerých činností na místě vzniku mimořádné události;
- označení místa osob a věcí, které bylo nutno přemístit;
- shromáždění veškerých písemných a digitálních údajů o provozování dráhy tak, aby nedošlo k jejím zneužití;
- zajištění stop;
- zjištění a zápis stavu zařízení na dráhách;
- zaznamenání veškerých dostupných okolností okolo vzniku mimořádné události atd.

Opatření k jejímu předcházení

Provozovatel přihlédne k zhodnocení příčin a okolnostem vzniku mimořádné události, její odpovědnosti, případně na popud Drážní inspekce zajistí veškerá opatření k předcházení vzniku mimořádné události včetně pravidelné kontroly plnění těchto opatření. Provozovatel vede evidenci jednotlivých mimořádných událostí o jejich příčinách a následcích, které slouží jako opatření k zabránění dalších mimořádných událostí. [4]

9 Revize a zkoušky napájecích zařízení drážních systémů

Měničy a transformovny jako každé jiné elektrické zařízení podléhá pravidelným revizím a zkouškám, které ověřují správný chod zařízení. Správný postup revizí, včetně oprávnění osob revize provádět, stanoví určité předpisy.

9.1 Legislativní požadavky

Mezi základní legislativní předpisy pro práci na UTZ včetně odborné a zdravotní způsobilosti stanoví:

- **Vyhláška 279/2000 Sb., kterou se mění vyhláška 100/1995 Sb., kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace;**
- **Vyhláška 101/1995 Sb., kterou se vydává Řád pro zdravotní a odbornou způsobilost osob při provozování dráhy a drážní dopravy, ve znění pozdějších předpisů.**

9.1.1 Požadavky na revize

Revize zařízení se provádí dle časových intervalů stanovených vyhláškou. Pro zařízení drah, mezi které patří elektrické sítě, rozvody, rozvodná zařízení, elektrické stanice, zdroje a spotřebiče elektrické energie, silnoproudá zařízení drážní, zabezpečovací, sdělovací, požární, signalizační a výpočetní techniky a zařízení pro ochranu před účinky atmosférické a statické elektřiny se revize provádí dle přílohy 2 Časové intervaly revizí určených technických zařízení elektrických. Pro ostatní UTZ platí následující tabulka. [3]

Tab. 3 Časové intervaly revizí UTZ [3]

Určená technická zařízení elektrická	Časový interval v letech
Trakční napájecí systémy	5
Trakční vedení	6
Elektrická zařízení napájená z trakčního vedení	6
Elektrická zařízení drážních vozidel	5
Elektrická zařízení zvláštních vozidel s elektrickým přenosem výkonu	3
Elektrická zařízení lanových drah	viz příloha 2 vyhlášky
Zkušební elektrických zařízení drah	1
Zařízení pro ochranu před negativními účinky zpětných trakčních proudů	2

Při revizích se zjišťují dodržení podmínky uvedené v kap. 1.3.3 formou vizuální prohlídky zařízení, měření elektrických parametrů a zkoušení funkce se provede kontrolou celkového stavu zařízení se zaměřením na jeho bezpečnost. [3]

Zpráva o revizi napájecích zařízení

Písemný doklad o výsledku revize, něhož je patrný stav zařízení z hlediska bezpečnosti v době vykonání revize vyhotovený odborně způsobilou osobou a vždy obsahuje:

- přesné označení zařízení;
- zaměření revize;
- obchodní jméno provozovatele;
- výsledný stav;

- vyjádření o provozní způsobilosti;
- jméno, příjmení a podpis oprávněné odborně způsobilé osoby;
- číslo jeho osvědčení a datum vykonané revize. [3]

9.1.2 Požadavky na prohlídky a zkoušky

Prohlídky a zkoušky se provádí v pravidelných časových intervalech dle následující tabulky.

Tab. 4 Časové intervaly prohlídek a zkoušek UTZ [3]

Určená technická zařízení elektrická	Zaměření	Časový interval v letech
Trakční napájecí systémy, elektrické stanice VN	Prohlídka a zkouška	5
Elektrická zařízení lanových drah	Prohlídka a zkouška	3
Zabezpečovací zařízení, jehož elektrické obvody plní funkci přímého zajišťování bezpečnosti drážní dopravy	Prohlídka a zkouška	5
Zařízení pro ochranu před nepříznivými účinky zpětných trakčních proudů	Prohlídka a zkouška	3

Při prohlídce a zkoušce se kontrolují doklady, shodnost zařízení s technickou dokumentací a dále se provádí vizuální kontrola celkového stavu a vybavení, kontrola hlavních parametrů zařízení měřením a funkční zkouška zařízení. [3]

Protokol o provedené prohlídce a zkoušce napájecích zařízení v provozu

Vyhotoví oprávněná odborně způsobilá osoba. Obsahuje vždy:

- přesné označení;
- název jeho provozovatele;
- umístění;
- popis provedené prohlídky a zkoušky;
- výsledný stav;
- hodnocení rizik;
- vyjádření o provozní způsobilosti a stanovení její doby.

Dále musí obsahovat základní informace o osobě odborně způsobilé, mezi které patří:

- jméno, příjmení a podpis;
- číslo jejího osvědčení a datum vykonání prohlídky a zkoušky.

Protokol o provedené prohlídce a zkoušce zařízení v provozu se pořizuje ve třech vyhotoveních, z nich jedno si ponechá odborně způsobilá osoba, která revizi provedla, a další dvě dostanou provozovatel zařízení a Drážní úřad. [3]

9.1.3 Závěrečná a přechodná ustanovení

Zprávy o revizích a protokoly o prohlídkách a zkouškách se musí přiložit k průkazu způsobilosti UTZ uloženého u provozovatele napájecích zařízení.

Zařízení může podlehnout prohlídce a zkoušce mimo časový interval v případech:

- po přemístění, předcházela-li demontáž;
- nebylo déle jak dva roky v činnosti;
- po mimořádné události s vlivem na provozní způsobilost a bezpečnost zařízení.

Pokud napájecí zařízení ohrožuje život nebo zdraví osob, nebo které může přivodit škodu na majetku, musí být spolehlivě zabezpečeno tak, aby nemohlo být nadále používáno.

Technická dokumentace se pořizuje ve dvou vyhotoveních, přičemž se musí uložit tak, aby i při mimořádné události bylo zachováno alespoň jedno vyhotovení. [3]

9.2 Provádění revizí

Pro provádění revizí náleží základní norma uvedena v **kapitole 3**. Dalšími normami, které se zabývají revizemi, jsou soubory norem:

- ČSN 33 2000-6 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize;
- ČSN EN 33 1600 ed.2 - Revize a kontroly elektrického zařízení během používání;
- a další.

Typy revizí

Máme dva typy revizí:

- výchozí;
- pravidelnou. [11]

9.2.1 Výchozí revize

Provádí se na nové nebo rekonstruované napájecích zařízení před jejím uvedením do provozu. Podklady pro provádění výchozí revize jsou:

- dokumentace napájecích zařízení odpovídající skutečnému provedení;
- protokoly určující druh prostředí, pokud není součástí dokumentace;
- písemné doklady o provedení výchozí revize části napájecích zařízení;
- záznamy o kontrolách, zkouškách a měřeních provedených na napájecím zařízení před jejím uvedením do provozu;
- doklady vymezené příslušným předpisem;
- písemné záznamy o provedených opatřeních a kontrolách.

Zpráva o výchozí revizi musí být trvale uložena až do zrušení zařízení. [11]

9.2.2 Pravidelná revize

Provádí se pravidelně při provozu napájecích zařízení ve stanovených lhůtách. Podklady pro provádění výchozí revize jsou:

- dokumentace napájecího odpovídající skutečnému provedení;
- protokoly určující druh prostředí;
- zásady pro údržbu napájecího zařízení, tj. provádění kontrol, revizí, zkoušek a měření;

- záznamy s výsledky provedených kontrol dle řádu preventivní údržby s podpisem pověřeného pracovníka;
- zpráva o předchozí revizi;
- záznamy o provedených kontrolách;
- doklady z dozorové činnosti orgánu státního odborného dozoru.

Zpráva o pravidelné revizi musí být uložena do vyhotovení následné zprávy o pravidelné revizi. [11]

9.3 Odborná způsobilost osob

Veškeré činnosti jako jsou obsluha, prohlídka, oprava, údržba, montáž a zkoušení na UTZ mohou provádět pouze osoby, které splňují odbornou kvalifikaci v elektrotechnice. Pro zajištění odborné kvalifikace v elektrotechnice se stanovují tři stupně:

- osoba poučená;
- osoba znalá;
- osoba znalá s vyšší kvalifikací. [11]

9.3.1 Osoba poučená

Osobou poučenou je osoba, která byla s rozsahem své pracovní činnosti řádně seznámena s technickými normami související s činností na elektrickém zařízení příslušného druhu a napětí, kterou má vykonávat, popř. řídit. Dále je seznámena s pokyny výrobce elektrického zařízení, pokyny jeho provozovatele a nakonec seznámena se zásadami první pomoci při úrazu elektrickým proudem a upozorněna na možné ohrožení elektrickým zařízením a prakticky zacvičena.

Osoba poučená může vykonávat tyto činnosti:

- obsluhovat elektrické zařízení;
- provádět veškeré činnosti kromě obsluhy na elektrickém zařízení nízkého napětí bez napětí;
- provádět pod dohledem osoby s elektrotechnickou kvalifikací vyššího stupně ostatní činnosti kromě zařízení vysokého a velmi vysokého napětí bez napětí a v blízkosti živých částí elektrického zařízení nízkého napětí, při dodržení minimálních vzdáleností daných příslušnými bezpečnostními předpisy;
- provádět pod dozorem osoby znalé s vyšší kvalifikací činnosti kromě obsluhy v blízkosti živých částí elektrického zařízení vysokého a velmi vysokého napětí, při dodržení minimálních vzdáleností daných příslušnými bezpečnostními předpisy;
- řídit nebo provádět činnosti na kolejovém svršku a spodku, včetně ukolejnění na elektrizovaných tratích a na tratích, jejichž koleje jsou součástí obvodů pro elektrické vytápění vlaků;
- obsluhovat elektrické předtápěcí zařízení včetně manipulace se spojkami pro napájení drážních vozidel elektrickou energií;
- obsluhovat úsekové odpojovače a zkratovače trakčního vedení. [3]

9.3.2 Osoba znalá

Za osobu znalou se považuje osoba, která má:

- střední odborné vzdělání;
- úplné střední odborné vzdělání;

- vyšší odborné vzdělání;
- vysokoškolské vzdělání, která byla zaškolená v rozsahu své pracovní činnosti na elektrickém zařízení a její znalosti byly ověřeny zkouškou, kterou zajistí provozovatel elektrického zařízení a provede osoba znalá s vyšší kvalifikací pro činnost na elektrickém zařízení příslušného druhu a napětí.

Jednotlivá vzdělání se řadí do skupiny podle Jednotné klasifikace oborů vzdělání, popřípadě Klasifikace kmenových oborů vzdělání dle Opatření Českého statistického úřadu ze dne 16. června 1998 k zavedení Klasifikace kmenových oborů vzdělání, oznámené v částce 68/1998 Sb.

Osoba znalá může vykonávat činnosti osoby poučené a dále:

- provádět činnosti na elektrickém zařízení bez napětí;
- pracovat pod dozorem osoby znalé s vyšší kvalifikací v blízkosti živých částí vysokého a velmi vysokého napětí při dodržení minimálních vzdáleností daných příslušnými bezpečnostními předpisy a na těchto částech pod napětím;
- pracovat samostatně v blízkosti živých částí nízkého napětí při dodržení minimálních vzdáleností daných příslušnými bezpečnostními předpisy;
- pracovat samostatně na živých částech nízkého napětí mimo případů daných příslušnými bezpečnostními předpisy. [3]

9.3.3 Osoba znalá s vyšší kvalifikací

Za osobu znalou se považuje osoba, která splňuje kvalifikaci osoby znalé a má odbornou praxi v délce:

- nejméně dva roky, má-li vysokoškolské vzdělání;
- nejméně dva a půl roků, má-li vyšší odborné vzdělání;
- nejméně tři roky, má-li úplné střední odborné vzdělání nebo
- nejméně čtyři roky, má-li střední odborné vzdělání, z toho minimálně jeden rok na elektrických zařízení příslušného druhu a napětí a její znalosti byly ověřeny zkouškou, kterou zajistí provozovatel elektrického zařízení.

Zkouška se skládá před nejméně dvoučlennou komisí, přičemž alespoň jeden člen komise má kvalifikaci ve stupni osoba znalá s vyšší kvalifikací pro řízení činnosti nebo provozu elektrického zařízení příslušného druhu a napětí.

Osoba znalá s vyšší kvalifikací může vykonávat veškeré činnosti osoby znalé a dále:

- vykonávat činnosti na elektrickém zařízení bez omezení, mimo případů daných příslušnými bezpečnostními předpisy;
- řídit činnost osob na elektrickém zařízení nebo provoz elektrického zařízení;
- projektovat elektrické zařízení. [3]

9.4 Zacvičení osob a kompetence státního odborného dozoru

Seznámení, upozornění, praktické zacvičení a ověření znalosti osoby poučené zajistí provozovatel elektrického zařízení a provede:

- pro obsluhu elektrického zařízení osoba s elektrotechnickou kvalifikací odpovídající charakteru pracovní činnosti, nejméně však osoba poučená;

- pro ostatní činnosti, vyjma obsluhy, osoba znalá.

Praktické zacvičení osoby poučené se provádí v rozsahu pracovní činnosti, které bude tato osoba vykonávat.

Předmětem zkoušek a přezkoušení pro osoby znalé a osoby znalé s vyšší kvalifikací jsou:

- technické normy související s pracovní činností na elektrickém zařízení příslušného druhu a napětí, kterou má zkoušený pracovník vykonávat nebo řídit;
- předpisy k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, které souvisejí s pracovní činností na elektrickém zařízení příslušného druhu a napětí, kterou má zkoušený pracovník vykonávat nebo řídit;
- místní pracovní a bezpečnostní předpisy, příkazy, směrnice a návody k obsluze související s pracovní činností na elektrickém zařízení příslušného druhu a napětí, kterou má zkoušený pracovník vykonávat nebo řídit;
- teoretické a praktické znalosti o poskytování první pomoci, především při úrazech elektrickým proudem.

O elektrotechnické kvalifikaci pro výkon příslušné pracovní činnosti ve stupni osoby poučené nebo znalé vydává doklad osoba, která provedla ověření. O vykonání zkoušky osoby znalé s vyšší kvalifikací vyhotoví zkušební komise písemný protokol, jehož přílohou jsou doklady o písemném ověření znalosti zkoušeného. Obsahem protokolu, který podepisují spolu se zkoušeným i všichni členové komise, je vyhodnocení zkoušky prováděné dle stupnice:

- "prospěl";
- "neprospěl".

Provozovatel elektrického zařízení zajišťující zkoušky osob znalé s vyšší kvalifikací oznámí termín a místo konání zkoušek alespoň čtyři týdny předem Drážnímu úřadu. O ověření elektrotechnické kvalifikace osoby znalé s vyšší kvalifikací zkouškou vydá zkušební komise osvědčení. V osvědčení uvede, jakou činnost na elektrickém zařízení může osoba vykonávat. Jedná se o:

- provádění samostatné činnosti;
- řízení činnosti osob;
- řízení provozu elektrického zařízení nebo
- projektování elektrických zařízení.

Není-li činnost dle tohoto osvědčení vykonávána jeho držitelem po dobu delší než tři roky, považuje se držitel za osobu bez této elektrotechnické kvalifikace.

Provozovatel elektrického zařízení:

- ukládá protokoly o zkoušce;
- vede evidenci vydaných dokladů a osvědčení o příslušné elektrotechnické kvalifikaci.

Zjistí-li drážní správní úřad, že osoba s elektrotechnickou kvalifikací vykazuje nedostatky ve své činnosti, které podstatným způsobem ovlivňují správnou funkci a bezpečný provoz elektrického zařízení, může nařídit mimořádné přezkoušení v potřebném rozsahu. [3]

10 Vyhrazená technická zařízení

Veškerá popisovaná zařízení této páce spadají do skupiny UTZ. Naproti tomu existují ještě vyhrazená technická zařízení (dále jen "VTZ").

VTZ jsou zařízení se zvýšenou mírou ohrožení zdraví a bezpečnosti osob a majetku, která podléhají doзору dle zákona č. **174/1968 Sb. o státním odborném dozoru nad bezpečností práce**. Pro VTZ elektrická platí vyhláška **73/2010 Sb. o stanovení vyhrazených technických zařízení, jejich zařízení do tříd a skupina o bližších podmínkách jejich bezpečnosti**.

Jedná se o zařízení:

- pro výrobu, přeměnu, přenos, rozvod a odběr elektrické energie a elektrické instalace;
- určena pro ochranu před účinky statické a atmosférické elektřiny. [32]

VTZ se zařazují do tříd a skupin dle přílohy č. 1 vyhlášky č. **73/2010 Sb.** [33]

10.1 Oprávnění a povinnosti organizace

VTZ podléhají doзору orgánů TIČR a SÚIP určených Ministerstvem práce a sociálních věcí. Drážní úřad do této problematiky nezasahuje, VTZ tedy nemají průkaz způsobilosti.

Povinnosti TIČR

TIČR vydává platné oprávnění pro osoby, jež mohou provádět revize, montáže, opravy a údržby VTZ. Povinnosti organizace jsou následující:

- trvalé zvyšování kvalifikace pracovníků;
- pověřování činnostmi nad VTZ jen kvalifikovaných pracovníků;
- samostatnou činnosti na VTZ prověřovat pracovníky dle §6 vyhlášky č. **50/1978 Sb.**;
- řízení činnosti skupiny dvou pracovníků s kvalifikací dle §5 a §6 vyhlášky č. **50/1978 Sb.** a pověřit pracovníka s kvalifikací podle §7 vyhlášky **50/1978 Sb.**;
- stanovení pracovníků v organizaci s kvalifikací podle §5, §6 a §7 vyhlášky **50/1978 Sb.**,
- stanovení vedoucího s kvalifikací podle §8 vyhlášky č. **50/1978 Sb.**

Z předchozího textu je patrné, že kvalifikací osob obsluhujících VTZ v elektrotechnice stanoví vyhláška č. **50/1978 Sb.** Kvalifikace revizních techniků není přenosná. Pro obsluhování UTZ musí revizní technik vyhovovat podmínkám uvedených ve vyhlášce č. **279/2000 Sb.** [13]

Povinnosti SÚIP

Kontroluje pracovní činnosti, jestli jsou v souladu s pracovními předpisy. Při zjišťování nedostatků mohou vyžadovat jejich odstranění a případně mohou ukládat pokuty.

10.1.1 Dozor nad bezpečností VTZ

Při provádění dozoru organizace:

- podávají odborná a závazná stanoviska o tom, zdali jsou při projektování, konstrukci, výrobě, obsluze, montáži, revizí, údržbě a opravách splněny bezpečnostní požadavky zařízení;
- ve stanovených případech provádějí prohlídky, vyhodnocují a řídí zkoušky, kterými určí, zdali VTZ a materiály k jejich zhotovení splňují požadavky předpisů o zajištění bezpečnosti technických zařízení;

- ve stanovených případech prověřují odbornou způsobilost osob a organizací k výrobě, montážím, revizím, opravám a zkouškám VTZ;
- prověřují odbornou způsobilost osob ke zkouškám, revizím, opravám, montážím, nebo obsluze VTZ na základě vydání osvědčení. [13]

10.2 Odborná způsobilost osob

Pracovníci bez elektrotechnického vzdělání:

- pracovníci seznámení (§3 Vyhlášky č. 50/1978 Sb.);
- pracovníci poučení (§4 Vyhlášky č. 50/1978 Sb.). [13]

Pracovníci s elektrotechnickým vzděláním:

- pracovníci znalí (§5 vyhlášky č. 50/1978 Sb.),
- pracovníci pro samostatnou činnost (§6 vyhlášky č. 50/1978 Sb.),
- pracovníci pro řízení činnosti (§7 vyhlášky č. 50/1978 Sb.),
- pracovníci pro řízení činnosti dodavatelským způsobem a pro řízení provozu (§8 vyhlášky č. 50/1978 Sb.),
- pracovníci pro provádění revizí (§9 vyhlášky č. 50/1978 Sb.). [13]

Zvláštní kvalifikace

Skupina zvláštních kvalifikací se týká projektantů, učitelů v laboratořích a pracovníků vědeckých výzkumných a vývojových ústavů. Pracovníci podle §6 až §9 vyhlášky č. 50/1978 Sb. jsou pracovníky znalými s vyšší kvalifikací.

Dokladem o kvalifikaci je osvědčení, které se získá úspěšným složením zkoušky dle ustanovení vyhlášky č. 50/1978 Sb. Přezkušování pracovníků se koná jednou za 3 roky vyjma revizních techniků (§9), u kterých se přezkušování koná 5 let od data vydání. [13]

Praxe

Stanoví se dle vyhlášky č. 50/1978 Sb. v její příloze č. 1.

10.3 Rozdíl mezi VTZ a UTZ

Zásadním rozdílem mezi UTZ a VTZ je způsob účelu elektrických zařízení. Již v úvodu bylo zmíněno, že UTZ spadají pod elektrická zařízení pro fungování staveb drah. Veškerá elektrická zařízení, která neslouží pro provozování dráhy, avšak se v napájecích systémech drážních systémů nachází, spadají právě k zmíněným zařízením VTZ v této kapitole.

Jedná se například o osvětlení, nebo zásuvkové okruhy pracovních místností trakční transformovny s pracovními stoly pro provádění pracovních úkonů ve vnitřních prostorách těchto ucelených zařízení.

Závěr

Bakalářská práce popsala veškeré legislativy, ať už zákony (vyhlášky) vydané státem, směrnice a předpisy provozovatelů, tak technické normy vydané Úřadem pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví ve spolupráci s autorizovanými technikami. Pro tyto systémy jsou ty nejpodstatnější legislativy a normalizace v práci popsány a každá zmiňuje, jaká část projekce a provádění stavby pod tyto předpisy spadají.

Tento ucelený systém zahrnující prvotní záměry staveb napájecích zařízení drážních systémů až po jejich provozování včetně pravidelné údržby a revizí zahrnuje přesné postupy při provádění těchto úkolů. Na zařízeních se podílí více kompetentních osob přesně v takovém pořadí, ve kterém se požadavky stavby nacházejí.

Tato práce může posloužit projektantům všech projekčních stupňů dokumentace pro projektování stavby s odkazem na další normy, vyhlášky a směrnice, ve kterých může posléze dohledat podrobný požadavek, ovšem některé kapitoly jsou v této práci podrobně pospané, převážně obsah projektové dokumentace a jeho členění. Projektanti mohou tedy v této práci dohledat přesné členění projektu pro všechny stupně projektové dokumentace, se kterými se mohou v rámci staveb drah setkat.

Tato práce nabízí topologie zapojení napájecích zařízení drážních systémů na rozvod elektrické energie včetně veškerých vybavení a přístrojů s odkazem na další normy a směrnice pro potřeby určení konkrétního zařízení. V práci je zpracována kapitola těchto systémů zvlášť pro tramvajové a trolejbusové dráhy a má rozdílné parametry pro vypracování.

Doporučuji vycházet ze všech legislativních požadavků a respektovat zmíněné směrnice daného provozovatele. Tyto podmínky se uvádějí ve Zvláštních technických podmínkách stavby, které žadatel poskytne projektantům již při prvních záměrech stavby. V navazujících projekčních stupních obdrží projektanti vždy stupeň předchozí, který tyto požadavky poskytuje, nebo je už má zakomponované ve svém stupni a není možné projektovat stavbu v rozporu s předchozím stupněm.

Dále může tato práce posloužit kompetentním osobám při uvádění zařízení do provozu opět s odkazem na příslušné zákony. Nabízí strukturu kompetentních orgánů, se kterými je nutno veškeré práce konzultovat a obstarat si potřebná povolení.

Osoby provádějící revize naleznou v této práci způsoby revize a jejich vykonávání včetně intervalu prohlídek a zkoušek. Kvalifikace těchto osob, které mohou příslušné práce provádět, jsou v této části práce uvedeny také. Další podrobnosti mohou nalézt v odkazujících legislativách, které jsou u jednotlivých částí uvedeny.

Převážná část práce slouží pro techniky určených technických zařízení a ve výjimečných případech (ve kterých stavba dráhy obsahuje části staveb, které do provozu staveb drah nepatří) může technik vyhrazených technických zařízení dojít k závěru, že jej se budou týkat pouze taková zařízení, která jsou zmíněná v předchozí kapitole.

Seznam použité literatury

- [1] *Zákon o dráhách*. In: . Praha: Ministerstvo vnitra, 1994, ročník 1994, 266/1994 Sb.
- [2] *Vyhláška Ministerstva dopravy, kterou se vydává stavební a technický řád drah*. In: . Praha: Ministerstvo dopravy České republiky, 1995, ročník 1995, 177/1995 Sb.
- [3] *Vyhláška Ministerstva dopravy a spojů, kterou se mění vyhláška č. 100/1995 Sb., kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (Řád určených technických zařízení)*. In: . Praha: Ministerstvo dopravy, 2000, ročník 2000, 279/2000 Sb.
- [4] *Vyhláška o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a postupech při vzniku mimořádných událostí na dráhách*. In: . Praha: Ministerstvo vnitra, 2006, ročník 2006, 376/2006 Sb.
- [5] *Vyhláška Ministerstva dopravy, kterou se vydává Řád pro zdravotní a odbornou způsobilost osob při provozování dráhy a drážní dopravy*. In: . Praha: Ministerstvo dopravy, 1995, ročník 1995, 101/1995 Sb.
- [6] *Vyhláška o rozsahu a obsahu projektové dokumentace dopravních staveb*. In: . Praha: Ministerstvo dopravy, 2008, ročník 2008, 146/2008 Sb.
- [7] ČSN EN 50122-1 ED. 2. *Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Elektrická bezpečnost, uzemňování a zpětný obvod - Část 1: Ochranná opatření proti úrazu elektrickým proudem*. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [8] ČSN EN 50122-2 ED. 2. *Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Elektrická bezpečnost, uzemnění a zpětný obvod - Část 2: Ochranná opatření proti účinkům bludných proudů DC trakčních soustav*. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [9] ČSN 34 1500 ED. 2. *Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Předpisy pro elektrická trakční zařízení*. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [10] ČSN 33 3505 ED. 2. *Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Základní požadavky na elektrické napájecí a spínací stanice*. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011.
- [11] ČSN 33 1500. *Elektrotechnické předpisy. Revize elektrických zařízení*. 1. Praha: Český normalizační institut, 1991.
- [12] ČSN 37 6750. *Trakční měnírny pro tramvajové a trolejbusové dráhy*. 1. Praha: Český normalizační institut, 1973.
- [13] ČSN 37 6754. *Projektování trakčního vedení tramvajových a trolejbusových drah*. 2. Praha: Český normalizační institut, 1997.

- [14] ČSN 33 3516. *Předpisy pro trakční vedení tramvajových a trolejbusových drah*. 2. Praha: Český normalizační institut, 1997.
- [15] ČSN 34 1530 ED. 2. *Drážní zařízení - Elektrická trakční vedení železničních drah celostátních, regionálních a vleček*. 2. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [16] ČSN EN 50329. *Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Trakční transformátory*. 1. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [17] ČSN EN 50163 ED. 2. *Drážní zařízení - Napájecí napětí trakčních soustav*. 2. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [18] *Bludné proudy*. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava - Fakulta elektrotechniky a informatiky - Katedra obecné elektrotechniky, 2003.
- [19] *Trakční napájecí soustavy*. Univerzita Pardubice - Dopravní fakulta Jana Pernera, 2015.
- [20] *Napájení elektrifikovaných tratí* [online]. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava - Fakulta elektrotechniky a informatiky - Katedra Elektroenergetiky, 2010 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~s1i95/PDP/Moodle/>
- [21] *Způsoby napájení trakční sítě* [online]. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava - Fakulta strojní – Institut dopravy, 2010 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~s1i95/PDP/Moodle/>
- [22] *Výpočet zatížení měničny* [online]. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava - Fakulta elektrotechniky a informatiky - Katedra Elektroenergetiky, 2011 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~s1i95/phv/>
- [23] *Legislativní rámec provozu kolejových vozidel* [online]. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita Ostrava - Fakulta elektrotechniky a informatiky - Katedra Elektroenergetiky, 2007 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~s1i95/phv/>
- [24] Elektrická trakce - Pevná trakční zařízení. *EDUCON* [online]. Plzeň: ZČU FEL KEV, 2005 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z: <https://www.educon.zcu.cz/view.php?cislomodulu=2015050204>
- [25] [online]. Dostupné z: https://www.powerwiki.cz/attach/EZS/prednaska_07.pdf
- [26] ČSN 03 8371. *Protikorozní ochrana v zemi uložených sdělovacích kabelů s olověnými, hliníkovými a ocelovými obaly*. Praha: Český normalizační institut, 1978.
- [27] [online]. Dostupné z: <https://www.educon.zcu.cz/view.php?cislomodulu=2015050204>

[28] *Směrnice generálního ředitele č. 11/2006: DOKUMENTACE PRO PŘÍPRAVU STAVEB NA ŽELEZNIČNÍCH DRAHÁCH CELOSTÁTNÍCH A REGIONÁLNÍCH*. In: . Praha 8 - Karlín: Správa železniční dopravní cesty, 2006, ročník 2006, 13 511/06-OP včetně příloh.

[29] *Vyhláška o dokumentaci staveb*. In: . Praha: Ministerstvo vnitra, 2006, ročník 2007, 499/2006 Sb.

[30] [online]. Dostupné z: [DDP \(core.ac.uk\)](http://core.ac.uk/doi/10.1080/00137910600583111)

[31] [online]. Dostupné z:

http://www.pjpk.cz/data/USR_001_2_11_METODICKE_POKYNY/SDS_PK_2017.pdf

[32] *Vyhrazená technická zařízení* [online]. Ostrava, 2015 [cit. 2017-04-28]. Dostupné z:

http://www.svps.cz/aktuality/Vyhrazen%C3%A1_technick%C3%A1_z%C5%99%C3%ADzen%C3%A1_D_9.2015.pdf

[33] *Vyhláška o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhláška o vyhrazených technických zařízení)*. In: . Praha: Ministerstvo práce a sociálních věcí, 2010, ročník 2010, 73/2010 Sb.

[34] *Ochrany pro trakční napájecí stanice pro systém 25 kV, 50 Hz* [[online]. 2019 [cit. 2021-4-28].

Dostupné z: https://dspace5.zcu.cz/bitstream/11025/39453/1/BP_BULIN.pdf. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Vedoucí práce Doc. Ing. Martin Pittermann, Ph.D.